This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

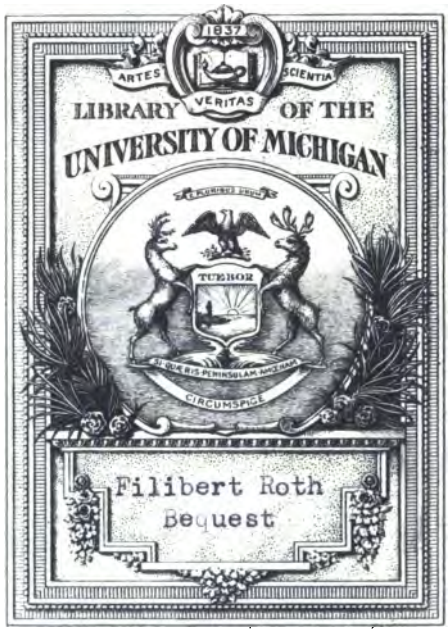
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

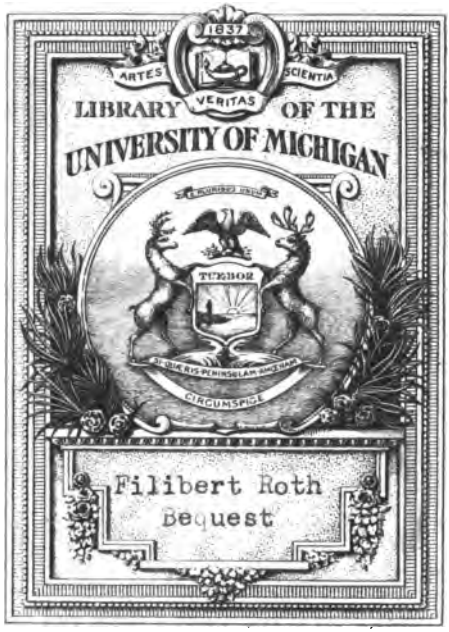
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

BUHR . A
a39015 01800470 8b

Die
Verwerthung des Holzes.

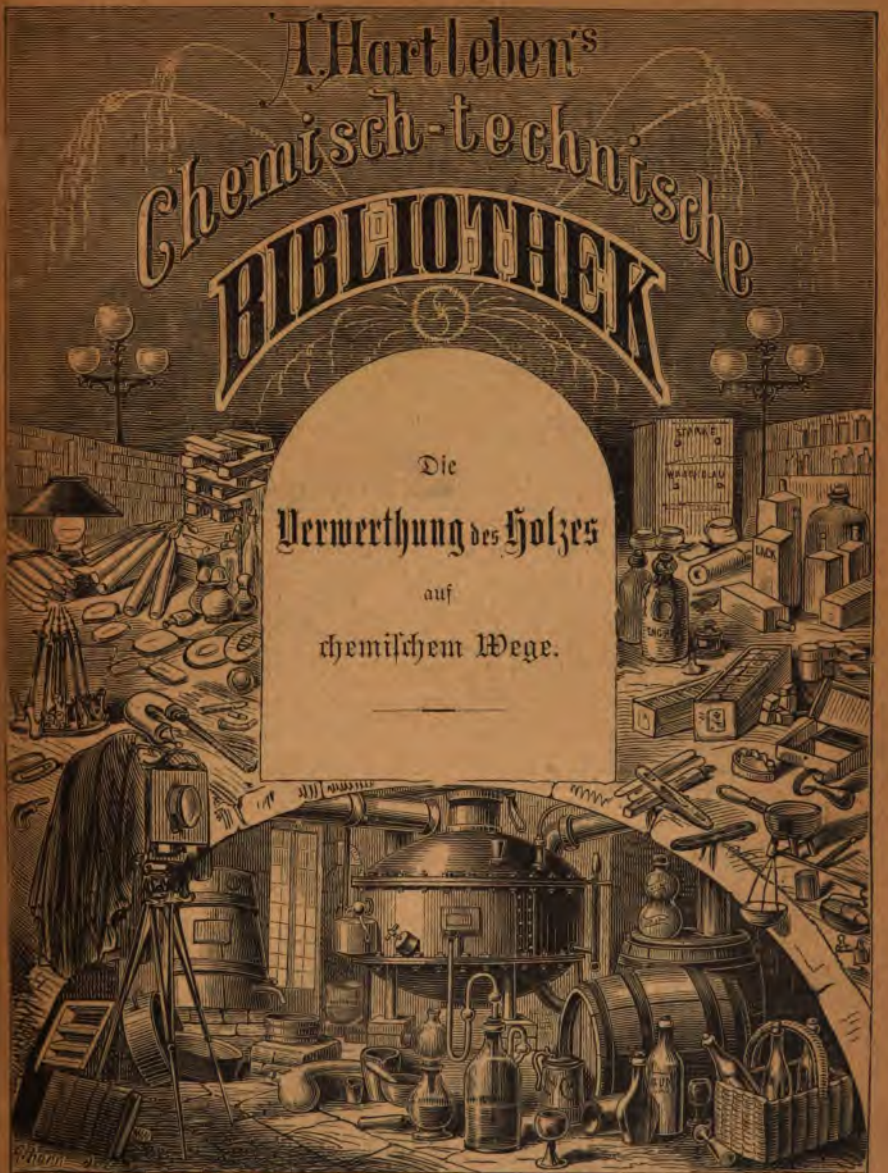

1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE
Filibert Roth
Bequest


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
Filibert Roth
Bequest

Forestry
SD
483
B53

A. Hartleben's

Chemisch-technische BIBLIOTHEK



Die

Verwerthung des Holzes

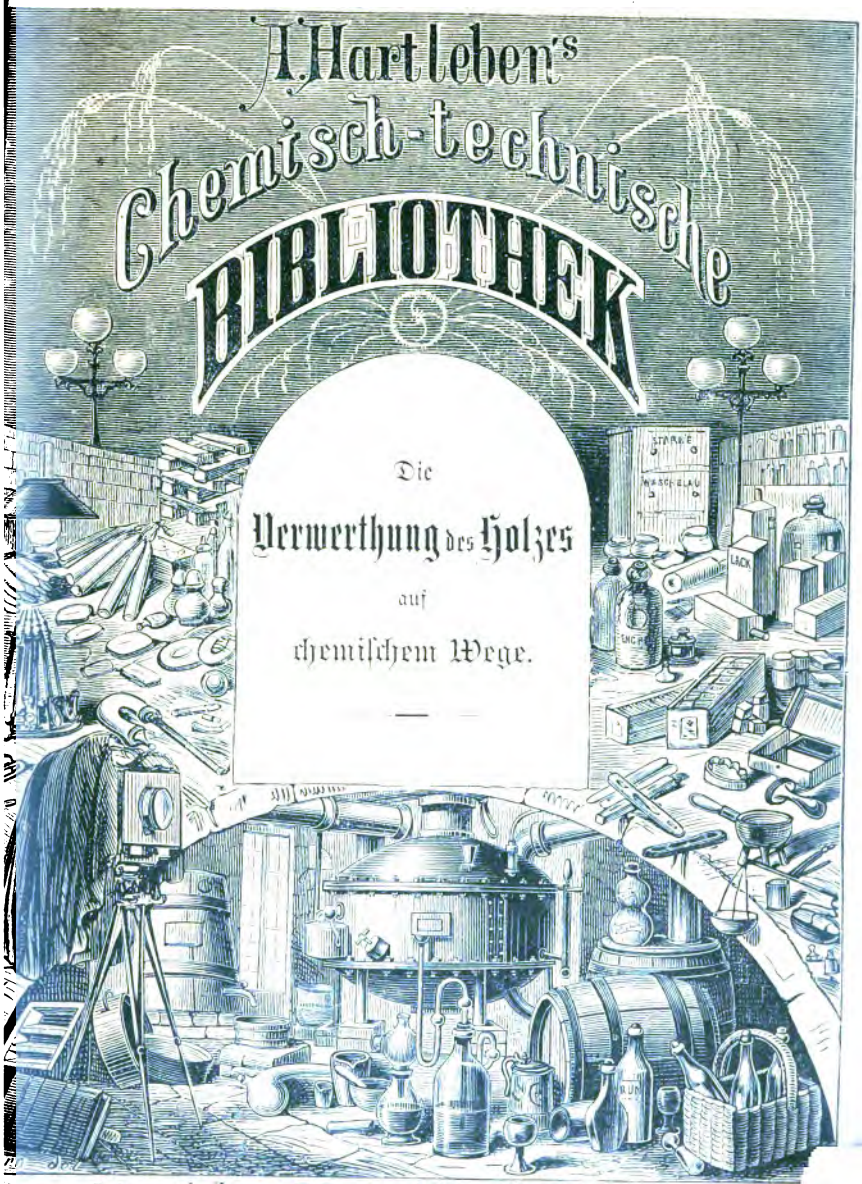
auf

chemischem Wege.

A. Hartleben's Verlag, Wien, Pest, Leipzig.

A. Hartleben's

Chemisch-technische BIBLIOTHEK



Die

Verwerthung des Holzes

auf

chemischem Wege.

—

A. Hartleben's Verlag, Wien, Pest, Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XVI. Band. **Die Stärke-Fabrikation und die Fabrikation des Traubenzuckers.** Eine populäre Darstellung der Fabrikation aller im Handel vorkommenden Stärkesorten, als der Kartoffelstärke, Weizenstärke, Mais-, Reis-, Arrow-root-Stärke ꝛc.; der Wasch- und Toilettestärke und des künstlichen Sago, sowie der Verwerthung aller bei der Stärke-Fabrikation sich ergebenden Abfälle und der Fabrikation des Dextrins, Stärkegummis, Traubenzuckers und der Zucker-Couleur. Von **Felix Rehwald**, Stärke- und Traubenzucker-Fabrikant. Mit 16 erläut. Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XVII. Band. **Die Tinten-Fabrikation, die Herstellung der Hektographen und Hektographirtinten und die Fabrikation der Tusche, der Tintenstifte, der Stempeldruckfarben sowie des Waschblaues.** Ausführliche Darstellung der Anfertigung aller Schreib-, Comptoir- und Copirtinten, aller farbigen und sympathetischen Tinten, der chinesischen Tusche, lithographischen Stifte und Tinten, unauslöschlichen Tinten zum Zeichnen der Wäsche, der Bereitung des besten Waschblaues und der Stempeldruckfarben. Nebst einer Anleitung zum Lesbarmachen alter Schriften. Nach eigenen Erfahrungen dargestellt von **Sigmund Lehner**, Chemiker und Fabrikant. 2. Aufl. Mit erläut. Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XVIII. Band. **Die Fabrikation der Schmiermittel, der Schuhwichse und Lederschmiere.** Darstellung aller bekannten Schmiermittel, als Wagenschmiere, Maschinenschmiere, der Schmieröle für Nähmaschinen und andere Arbeitsmaschinen und der Uhrmacheröle, ferner der Schuhwichse, Lederlacke und Lederschmiere für alle Gattungen von Leder. Von **Richard Brunner**, technischer Chemiker. Mit 5 erläut. Abbild. 2. Aufl. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. ö. W. = 2 M. 25 Pf.

XIX. Band. **Die Lohgerberei oder die Fabrikation des lohgaren Leders.** Ein Handbuch für Leder-Fabrikanten. Enthaltend die ausführliche Darstellung der Fabrikation des lohgaren Leders nach dem gewöhnlichen und Schnellgerbeverfahren, nebst der Anleitung zur Herstellung aller Gattungen Maschinenleder, des Juchten-, Saffian-, Cordvan-, Chagrin- und Lackleders. Von **Ferdinand Wiener**, Leder-Fabrikant. Mit 43 Abbild. 35 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. ö. W. = 7 M. 20 Pf.

XX. Band. **Die Weißgerberei, Sämischgerberei und Pergament-Fabrikation.** Ein Handbuch für Leder-Fabrikanten. Enthaltend die ausführliche Darstellung der Fabrikation des weißgaren Leders nach allen Verfahrungsweisen, des Glacéleders, Seifenleders u. s. w.; der Sämischgerberei, der Fabrikation des Pergaments und der Lederfärberei, mit besonderer Berücksichtigung der neuesten Fortschritte auf dem Gebiete der Lederindustrie. Von **Ferdinand Wiener**, Leder-Fabrikant. Mit 20 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

XXI. Band. **Die chemische Bearbeitung der Schafwolle oder das Ganze der Färberei von Wolle und wollenen Gespinnsten.** Ein Hilfs- und Lehrbuch für Färber, Färberei-Techniker, Tuch- und Garn-Fabrikanten und Solche, die es werden wollen. Dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft entsprechend und auf Grund eigener langjähriger Erfahrungen im In- und Auslande vorzugsweise praktisch dargestellt. Von **Victor Joclet**, praktischer Färber und Fabriks-Dirigent. Mit 29 Abbild. 27 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

XXII. Band. **Das Gesammtgebiet des Lichtdrucks** nebst einer vollständigen, theoretisch praktischen Anleitung zur Ausübung der Photolithographie, Emailphotographie, Chemigraphie (Zinkographie) und anderweitigen Vorschriften zur Vervielfältigung der negativen und positiven Glasbilder. Bearbeitet von **J. Husnik**, k. k. Professor am I. Staatsgymnasium in Prag. 2. Aufl. Mit 11 Abbild. und 8 Illustrationsbeilagen. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XXIII. Band. **Die Fabrikation der Conserven und Canditen.** Vollständige Darstellung aller Verfahren der Conservirung für Fleisch, Früchte, Gemüse, der Trockenfrüchte, der getrockneten Gemüse, Marmeladen, Fruchtsäfte u. s. w. und der Fabrikation aller Arten von Canditen, als: candirter Früchte, der verschiedenen Bonbons, der Rocks-Drops, der Dragées, Pralinées ꝛc. Von **A. Hausner**. Mit 18 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XXIV. Band. Die Fabrikation des Surrogatkaffees und des Tafelsenfes. Enthaltend: Die ausführliche Beschreibung der Zubereitung des Kaffees und seiner Bestandtheile; der Darstellung der Kaffee-Surrogate aus allen hiezu verwendeten Materialien und die Fabrikation aller Gattungen Tafelsenf. Von **Karl Lehmann.** Mit 9 Abbild. 9 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark

XXV. Band. Die Kitte und Klebemittel. Ausführliche Anleitung zur Darstellung aller Arten von Kitten und Klebemitteln für Glas, Porzellan, Metalle, Leder, Eisen, Stein, Holz, Wasserleitungs- und Dampfröhren, sowie der Oel-, Harz-, Kautschuk-, Guttapercha-, Caseïn-, Leim-, Wasserglas-, Glycerin-, Kalk-, Gyps-, Eisen-Zink-Kitte, des Marine-Leims, der Zahnkitte, Zeiodeliths und der zu speciellen Zwecken dienenden Kitte und Klebemittel. Von **Sigm. Lehner.** 2. sehr vermehrte und verbesserte Aufl. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

XXVI. Band. Die Fabrikation der Knochenkohle und des Thieröles. Eine Anleitung zur rationellen Darstellung der Knochenkohle oder des Spodiums und der plastischen Kohle, der Verwerthung aller sich hierbei ergebenden Nebenproducte und zur Wiederbelebung der gebrauchten Knochenkohle. Von **Wilhelm Zeisberg,** techn. Chemiker. Mit 18 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XXVII. Band. Die Verwerthung der Weinrückstände. Praktische Anleitung zur rationellen Verwerthung der bei der Weinbereitung sich ergebenden Rückstände, als: Trester, Hefe (Weinlager, Geläger) und Weinstein, durch Verarbeitung derselben zu Tresterbranntwein, Weinsprit, Oenanthäther, weinsaurem Kalk, Weinsäure, Traubenkernöl, Traubenkerntannin, Frankfurterschwarz. Mit einem Anhang: Die Erzeugung von Weinsprit und Cognac aus Wein. Handbuch für Weinproducenten, Weinhändler, Brennerei-Techniker, Fabrikanten chemischer Producte, Chemiker und zum Gebrauche für Weinbauschulen. Gemeinverständlich dargestellt von **Antonio dal Piaz,** techn. Chemiker. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XXVIII. Band. Die Alkalien. Darstellung der Fabrikation der gebräuchlichsten Kali- und Natron-Verbindungen, der Soda, Potasche, des Salzes, Salpeters, Glaubersalzes, Wasserglases, Chromkalis, Blutlaugensalzes, Weinsteins, Laugensteins u. s. f., deren Anwendung und Prüfung. Ein Handbuch für Färber, Bleicher, Seifensieder, Fabrikanten von Glas, Zündwaaren, Lauge, Papier, Farben, überhaupt von chemischen Producten, für Apotheker und Droguisten. Von **Dr. S. Pick.** Fabriksbesitzer. Mit 24 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 Mark 50 Pf.

XXIX. Band. Die Bronzewaaren-Fabrikation. Anleitung zur Fabrikation von Bronzewaaren aller Art, Darstellung ihres Gusses und Behandelns nach demselben, ihrer Färbung und Vergoldung, des Bronzirens überhaupt nach den älteren, sowie bis zu den neuesten Verfahrungsweisen. Von **Ludwig Müller,** Metallwaaren-Fabrikant. Mit 25 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XXX. Band. Vollständiges Handbuch der Bleichkunst oder theoretische und praktische Anleitung zum Bleichen der Baumwolle, des Flachses, des Hanfes, der Wolle und Seide, sowie der daraus gesponnenen Garne und gewebten oder gewirkten Zeuge. Nebst einem Anhange über zweckmäßiges Bleichen der Hadern, des Papieres, der Wasch- und Badeschwämme, des Strohes und Wachses ꝛc. Nach den neuesten Erfahrungen durchgängig praktisch bearbeitet von **Victor Joclet** Mit 30 Abbild. und 2 Tafeln. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

XXXI. Band. Die Fabrikation der Kunstbutter, Speckbutter und Butterine. Eine Darstellung der Bereitung der Ersatzmittel der echten Butter nach den besten Methoden. Allgemein verständlich geschildert von **Victor Lang.** Mit 8 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

XXXII. Band. Die Natur der Ziegelthone und die Ziegel-Fabrikation der Gegenwart. Handbuch für technische Chemiker, Ziegeltechniker, Bau- und Maschinen-Ingenieure ꝛc. ꝛc. Von **Dr. Hermann Zwick.** Mit 123 Abbild. und 2 Tafeln. 38 Bog. 8. Eleg. geh. 4 fl. 60 kr ö. W. = 8 M. 80 Pf.

XXXIII. Band. Die Fabrikation der Mineral- und Lackfarben. Enthaltend: Die Anleitung zur Darstellung aller künstlichen Maler- und Anstreicherfarben, der Email- und Metallfarben. Ein Handbuch für Fabrikanten, Farbwaarenhändler, Maler und Anstreicher. Dem neuesten Stande der Wissenschaften entsprechend dargestellt von **Dr. Josef Versch.** Mit 19 Abbild. 41 Bog. 8. Eleg. geh 4 fl. 20 kr. ö. W. = 7 M. 60 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XXXIV. Band. **Die künstlichen Düngemittel.** Darstellung der Fabrikation des Knochen-, Horn-, Blut-, Fleisch-Mehls, der Kalidünger, des schwefelsauren Ammoniaks, der verschiedenen Arten Superphosphate, der Poudrette u. s. f., sowie Beschreibung des natürlichen Vorkommens der concentrirten Düngemittel. Ein Handbuch für Fabrikanten künstlicher Düngemittel, Landwirthe, Zucker-Fabrikanten, Gewerbetreibende und Kaufleute. Von **Dr. H. Pick.** Fabrikant chemischer Producte. Mit 16 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

XXXV. Band. **Die Zinkogravure** oder das Aetzen in Zink zur Herstellung von Druckplatten aller Art, nebst Anleitung zum Aetzen in Kupfer, Messing, Stahl und andere Metalle. Auf Grund eigener praktischer, vieljähriger Erfahrungen bearbeitet und herausgegeben von **Julius Krüger.** 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

XXXVI. Band. **Medicinische Specialitäten.** Eine Sammlung aller bis jetzt bekannten und untersuchten medicinischen Geheimmittel mit Angabe ihrer Zusammensetzung nach den bewährtesten Chemikern. Gruppenweise zusammengestellt von **C. J. Cavaun-Karlowa,** Apotheker. 18 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XXXVII. Band. **Die Colorie der Baumwolle auf Garne und Gewebe mit besonderer Berücksichtigung der Türkischroth-Färberei.** Ein Lehr- und Handbuch für Interessenten dieser Branchen. Nach eigenen praktischen Erfahrungen zusammengestellt von **Carl Romen,** Director der Möllersdorfer Färberei, Bleicherei und Appretur. Mit 6 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark

XXXVIII. Band. **Die Galvanoplastik oder sichere Anleitung und ausführliche Darstellung des galvanoplastischen Verfahrens in allen seinen Einzelheiten.** In leichtfaßlicher Weise bearbeitet von **Julius Weiß.** Zweite Auflage Mit 24 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

XXXIX. Band. **Die Weinbereitung und Kellerwirthschaft.** Populäres Handbuch für Weinproducenten, Weinhändler und Kellermeister. Gemeinverständlich dargestellt auf Grundlage der neuesten wissenschaftlichen Forschungen der berühmtesten Oenologen und eigenen langjährigen praktischen Erfahrungen von **Antonio dal Piaz.** Mit 29 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XL. Band. **Die technische Verwerthung des Steinkohlentheers,** nebst einem Anhange: Ueber die Darstellung des natürlichen Asphaltheers und Asphaltmastix aus den Asphaltsteinen und bituminösen Schiefern und Verwerthung der Nebenproducte. Von **Dr Georg Lunge,** technischer Chemiker. Mit 20 Abbild. 12 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W = 2 M. 50 Pf.

XLI. Band. **Die Fabrikation der Erdfarben.** Enthaltend: Die Beschreibung aller natürlich vorkommenden Erdfarben, deren Gewinnung und Zubereitung. Handbuch für Farben-Fabrikanten, Maler, Zimmermaler, Anstreicher und Farbwaaren-Händler. Von **Dr. Jos. Bersch** Mit 14 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XLII. Band. **Desinfectionsmittel** oder Anleitung zur Anwendung der praktischesten und besten Desinfectionsmittel, um Wohnräume, Krankensäle, Stallungen, Transportmittel, Leichenkammern, Schlachtfelder u. s. w. zu desinficiren. Von **Wilhelm Heckenast.** 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

XLIII. Band. **Die Heliographie** oder: Eine Anleitung zur Herstellung druckbarer Metallplatten aller Art, sowohl für Halbtöne als auch für Strich- und Kornmanier, ferner die neuesten Fortschritte im Pigmentdruck und Woodbury-Verfahren (oder Reliefdruck), nebst anderweitigen Vorschriften zur Herstellung der für die Heliographie geeigneten Negative. Mit einem Anhange: Ein Ueberblick der photomechanischen Verfahren zur Zeit der Weltausstellung in Paris 1878 Bearbeitet von **J. Husnik,** k. k. Professor in Prag. Mit 6 Illustrationen und 6 Tafeln. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XLIV. Band. **Die Fabrikation der Anilinfarbstoffe** und aller anderen aus dem Theere darstellbaren Farbstoffe (Phenyl-, Naphtalin-, Anthracen- und Reforcinfarbstoffe) und deren Anwendung in der Industrie. Für die Praxis bearbeitet von **Dr. Josef Persch.** Mit 15 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 60 kr. ö. W. = 6 M. 50 Pf.

XLV. Band. **Chemisch-technische Specialitäten und Geheimnisse** mit Angabe ihrer Zusammenstellung nach den bewährtesten Chemikern. Alphabetisch zusammengestellt von **C. J. Capaun-Karlowa,** Apotheker u. s. w. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XLVI. Band. **Die Woll- und Seidendruckerei in ihrem ganzen Umfange.** Ein praktisches Hand- und Lehrbuch für Druck-Fabrikanten, Färber und technische Chemiker. Enthaltend: das Drucken der Wollen-, Halbwollen- und Halbseidenstoffe, der Wollengarne und seidenen Zeuge. Unter Berücksichtigung der neuesten Erfindungen und unter Zugrundelegung langjähriger praktischer Erfahrung, bearbeitet von **Victor Jacket,** techn. Chemiker. Mit 54 Abbild. und 4 Tafeln. 37 Bog. 8. Eleg. geh. 5 fl. 60 kr. ö. W. = 6 M. 50 Pf.

XLVII. Band. **Die Fabrikation des Rübenzuckers.** Enthaltend: Die Erzeugung des Brotzuckers, des Rohzuckers, die Herstellung von Raffinad- und Candiszucker, nebst einem Anhange über die Verwerthung der Nachproducte und Abfälle ꝛc. Zum Gebrauche als Lehr- und Handbuch leichtfaßlich dargestellt von **Richard v. Wagner,** Chemiker und Mitglied mehrerer technischer Vereine. Mit 21 erläut. Abbild. 14 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

XLVIII. Band. **Farbenlehre.** Für die praktische Anwendung in den verschiedenen Gewerben und in der Kunstindustrie bearbeitet von **Alwin von Wouwermans.** Mit 7 Abbild. und 6 Tafeln. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. ö. W. = 2 M. 25 Pf.

IL. Band. **Vollständige Anleitung zum Formen und Gießen** oder genaue Beschreibung aller in den Künsten und Gewerben dafür angewandten Materialien als: Gyps, Wachs, Schwefel, Leim, Harz, Guttapercha, Thon, Lehm, Sand und deren Behandlung behufs Darstellung von Gypsfiguren, Stuccatur, Thon-, Cement-, Steingut-Waaren sowie beim Guß von Statuen, Glocken und den in der Messing-, Zink-, Blei- und Eisengießerei vorkommenden Gegenständen. Von **Eduard Köhlenhuth.** Mit 10 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

L. Band. **Die Bereitung der Schaumweine.** Mit besonderer Berücksichtigung der französischen Champagner-Fabrikation. Genaue Anweisung und Erläuterung der vollständigen rationellen Fabrikationsweise aller moussirenden Weine und Champagner. Mit Benützung des Robinet'schen Werkes, auf Grund eigener praktischer Erfahrungen und wissenschaftlicher Kenntnisse populär und allgemein faßlich dargestellt und erläutert von **A. v. Wagner.** Mit 28 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LI. Band. **Kalk- und Luftmörtel.** Auftreten und Natur des Kalksteines, das Brennen desselben und seine Anwendung zu Luftmörtel. Nach gegenwärtigem Stande von Theorie und Praxis dargestellt von **Dr. Hermann Zwick.** Mit 30 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LII. Band. **Die Legirungen.** Deren Darstellung, Eigenschaften und Anwendungen für industrielle und künstlerische Zwecke. Handbuch für alle Metallarbeiter. Bearbeitet von **A. Krupp.** Mit 11 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LIII. Band. **Unsere Lebensmittel.** Eine Anleitung zur Kenntniß der vorzüglichsten Nahrungs- und Genußmittel, deren Vorkommen und Beschaffenheit in gutem und schlechtem Zustande, sowie ihre Verfälschungen und deren Erkennung. Von **C. J. Capaun-Karlowa.** 20 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

LIV. Band. **Die Photokeramik, das ist die Kunst, photographische Bilder auf Porzellan, Email, Glas, Metall u. s. w. einzubrennen.** Als Lehr- und Handbuch nach eigenen Erfahrungen und mit Benützung der besten Quellen bearbeitet und herausgegeben von **Julius Krüger.** Mit 19 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LV Band. **Die Harze und ihre Producte.** Deren Abstammung, Gewinnung und technische Verwerthung. Nebst einem Anhang: Ueber die Producte der trockenen Destillation des Harzes oder Colophoniums: das Camphin, das schwere Harzöl, das Codöl, und die Bereitung von Wagenfetten, Maschinenölen ꝛc. aus den schweren Harzölen sowie die Verwendung derselben zur Leuchtgas-Erzeugung. Ein Handbuch für Fabrikanten, Techniker, Chemiker, Droguisten, Apotheker, Wagenfett-Fabrikanten und Brauer. Nach den neuesten Forschungen und auf Grundlage langjähriger Erfahrungen zusammengestellt von **Dr. Georg Thenius.** Mit 40 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W = 3 M. 25 Pf.

LVI. Band. **Die Mineralsäuren.** Nebst einem Anhang: Der Chlorkalk und die Ammoniak-Verbindungen. Darstellung der Fabrikation von schwefliger Säure, Schwefel-, Salz-, Salpeter-, Kohlen-, Arsen-, Bor-, Phosphor-, Blausäure, Chlorkalk- und Ammoniaksalzen, deren Untersuchung und Anwendung. Ein Handbuch für Apotheker, Droguisten, Färber, Bleicher, Fabrikanten von Farben, Zucker, Papier, Düngemittel, chemischen Producten, für Gastechniker u. s. f. Von **Dr. S. Pick,** Fabriksdirector. Mit 27 Abbild. 26 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LVII. Band. **Wasser und Eis.** Eine Darstellung der Eigenschaften, Anwendung und Reinigung des Wassers für industrielle und häusliche Zwecke und der Aufbewahrung, Benützung und künstlichen Darstellung des Eises. Für Praktiker bearbeitet von **Friedrich Ritter.** Mit 35 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

LVIII. Band. **Hydraulischer Kalk und Portland-Cement nach Rohmaterialien, physikalischen und chemischen Eigenschaften.** Untersuchung, Fabrikation und Werthstellung unter besonderer Rücksicht auf den gegenwärtigen Stand der Cement-Industrie. Bearbeitet von **Dr. H. Zwick.** Mit 28 Abbild. 22 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

LIX. Band. **Die Glasätzerei für Tafel- und Hohlglas, Hell- und Mattätzerei in ihrem ganzen Umfange.** Alle bis heute bekannten und viele neue Verfahren enthaltend; mit besonderer Berücksichtigung der Monumental-Glasätzerei. Leichtfaßlich dargestellt mit genauer Angabe aller erforderlichen Hilfsmittel von **J. B. Miller,** Glastechniker. Mit 16 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LX. Band. **Die explosiven Stoffe,** ihre Geschichte, Fabrikation, Eigenschaften, Prüfung und praktische Anwendung in der Sprengtechnik. Mit einem Anhange, enthaltend: Die Hilfsmittel der submarinen Sprengtechnik (Torpedos und Seeminen.) Bearbeitet nach den neuesten wissenschaftlichen Erfahrungen von **Dr. Fr. Böckmann,** techn. Chemiker. Mit 31 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 75 kr. ö. W. = 5 Mark.

LXI. Band. **Handbuch der rationellen Verwerthung, Wiedergewinnung und Verarbeitung von Abfallstoffen jeder Art.** Von **Dr. Theodor Koller.** Mit 22 Abbild. 21 Bog. 8. Eleg. geh 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

LXII. Band. **Kautschuk und Guttapercha.** Eine Darstellung der Eigenschaften und der Verarbeitung des Kautschuks und der Guttapercha auf fabriksmäßigem Wege, der Fabrikation des vulcanisirten und gehärteten Kautschuks, der Kautschuk- und Guttapercha-Compositionen, der wasserdichten Stoffe, elastischen Gewebe u. s. w. Für die Praxis bearbeitet von **Raimund Hoffer.** Mit 8 Abbild. 17 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXIII. Band. **Die Kunst- und Feinwäscherei in ihrem ganzen Umfange** Enthaltend: Die chemische Wäsche, die Fleckenreinigungskunst, Kunstwascherei, Hauswäscherei, Appretur, die Strohhut-Bleicherei und Färberei, Handschuh-Wascherei und Färberei ꝛc. Von **Victor Joelsöt.** Mit 1 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXIV. Band. **Grundzüge der Chemie in ihrer Anwendung auf das praktische Leben.** Für Gewerbetreibende und Industrielle im Allgemeinen, sowie für jeden Gebildeten. Bearbeitet von **Dr. Wilibald Artus,** Professor in Jena. Mit 24 Abbild. 34 Bog. 8. Eleg. geh. 3 fl. 30 kr. ö. W. = 6 Mark.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LXV. Band. **Die Fabrikation der Emaille und das Emailliren.** Anleitung zur Darstellung aller Arten Emaille für technische und künstlerische Zwecke und zur Vornahme des Emaillirens auf praktischem Wege. Für Emaillefabrikanten, Gold- und Metallarbeiter und Kunst-Industrielle. Von **Paul Randau**, technischer Chemiker. Mit 8 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LXVI. Band. **Die Glas-Fabrikation.** Eine übersichtliche Darstellung der gesammten Glasindustrie mit vollständiger Anleitung zur Herstellung aller Sorten von Glas und Glaswaaren. Zum Gebrauche für Glasfabrikanten und Gewerbetreibende aller verwandten Branchen auf Grund praktischer Erfahrungen und der neuesten Fortschritte bearbeitet von **Raimund Herner**, Glasfabrikant. Mit 50 Abbild. 28 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. — 4 M. 50 Pf.

LXVII. Band. **Das Holz und seine Destillations-Producte.** Ueber die Abstammung und das Vorkommen der verschiedenen Hölzer. Ueber Holz, Holzschleifstoff, Holzcellulose, Holzimprägnirung und Holzconservirung, Meiler- und Retorten-Verkohlung, Holzessig und seine technische Verarbeitung, Holztheer und seine Destillations-Producte, Holztheerpech und Holzkohlen nebst einem Anhange: Ueber Gaserzeugung aus Holz. Ein Handbuch für Waldbesitzer, Forstbeamte, Lehrer, Eisenwerker, Techniker und Ingenieure nach den neuesten Erfahrungen praktisch und wissenschaftlich bearbeitet von **Dr. Georg Thenius**, techn. Chemiker. Mit 32 Abbild. 24 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

LXVIII. Band. **Die Marmorirkunst.** Ein Lehr-, Hand- und Musterbuch für Buchbindereien, Buntpapierfabriken und verwandte Geschäfte. Von **Jos. Phileas Boeck.** Mit 30 Marmorpapier-Mustern und 6 Abbild. 6 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXIX. Band. **Die Fabrikation des Wachstuches,** des amerikanischen Lebertuches, des Wachs-Tapets der Maler- und Zeichen-Leinwand, sowie die Fabrikation des Theertuches, der Dachpappe, und die Darstellung der unverbrennlichen und gegerbten Gewebe. Den Bedürfnissen der Praktiker entsprechend geschildert von **Rudolf Eßlinger**, Fabrikant. Mit 11 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

LXX. Band. **Das Celluloid,** seine Rohmaterialien, Fabrikation, Eigenschaften und technische Verwendung. Für Celluloid- und Celluloidwaaren-Fabrikanten, für alle Celluloid verarbeitenden Gewerbe, Zahnärzte und Zahntechniker. Von **Dr. Fr. Böckmann**, technischer Chemiker. Mit 9 Abbild. 7 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXXI. Band. **Das Ultramarin und seine Bereitung** nach dem jetzigen Stande dieser Industrie. Von **C. Fürstenau.** Mit 25 Abbild. 7 Bog. 8 Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M 80 Pf.

LXXII. Band. **Petroleum und Erdwachs.** Darstellung der Gewinnung von Erdöl und Erdwachs (Ceresin), deren Verarbeitung auf Leuchtöle und Paraffin, sowie aller anderen aus denselben zu gewinnenden Producte und einem Anhang, betreffend die Fabrikation von Photogen, Solaröl und Paraffin aus Braunkohlentheer. Mit besonderer Rücksichtnahme auf die aus Petroleum dargestellten Leuchtöle, deren Aufbewahrung und technische Prüfung. Von **Arthur Buramann**, Chemiker. Mit 12 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXXIII. Band. **Das Löthen und die Bearbeitung der Metalle.** Eine Darstellung aller Arten von Loth, Lothmittel und Lötapparaten, sowie der Behandlung der Metalle während der Bearbeitung. Handbuch für Praktiker. Nach eigenen Erfahrungen bearbeitet von **Edmund Schlosser.** Mit 21 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W = 3 Mark.

LXXIV. Band. **Die Gasbeleuchtung im Haus und die Selbsthilfe des Gas-Consumenten.** Praktische Anleitung zur Herstellung zweckmäßiger Gasbeleuchtungen, mit Angabe der Mittel, eine möglichst große Gasersparniß zu erzielen. Zur Belehrung für Gas-Consumenten, Gas-Installateure ꝛc. Von **A. Muller.** Mit 84 Abbild. 10 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

LXXV. Band. **Die Untersuchung der im Handel und Gewerbe gebräuchlichsten Stoffe** einschließlich der Nahrungsmittel. Ein Handbuch für Handel- und Gewerbetreibende jeder Art, für Apotheker, Photographen, Landwirthe, Medicinal- und Zollbeamte. Gemeinverständlich dargestellt von **Dr. S. Pick.** Mit 16 Abbild. 25 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LXXVI Band. **Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verstählen** und das Ueberziehen von Metallen mit anderen Metallen überhaupt. Eine Darstellung praktischer Methoden zur Anfertigung aller Metallüberzüge aus Zinn, Zink, Blei, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Nickel, Kobalt und Stahl, sowie der Patina, der oxydirten Metalle und der Bronzirungen. Handbuch für Metallarbeiter und Kunst-Industrielle. Von **Friedrich Hartmann.** Mit 3 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LXXVII. Band. **Kurzgefaßte Chemie der Rübensaft-Reinigung.** Zum Gebrauche für praktische Zucker-Fabrikanten. Von **W. Sykora** und **F. Schiller.** 19 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXXVIII. Band. **Die Mineral-Malerei.** Neues Verfahren zur Herstellung witterungsbeständiger Wandgemälde. Technisch-wissenschaftliche Anleitung von **A. Keim.** 6 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. ö. W. = 1 M. 80 Pf.

LXXIX. Band. **Die Chocolade-Fabrikation.** Eine Darstellung der verschiedenen Verfahren zur Anfertigung aller Sorten gewöhnlicher und Luxus-Chocoladen, der hierbei in Anwendung kommenden Materialien und Beschreibung der zur Bearbeitung der Chocolademasse in Verwendung kommenden Maschinen. Nach dem neuesten Stande der Technik geschildert von **Ernst Sadan.** Mit 34 Abbild. 16 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXXX. Band. **Die Briquette-Industrie und die Brennmaterialien.** Mit einem Anhange: Die Anlage der Dampfkessel und Gasgeneratoren mit besonderer Berücksichtigung der rauchfreien Verbrennung. Von **Dr. Friedrich Jünemann.** technischer Chemiker. Mit 48 Abbildungen. 26 Bog. 8. geh. 2 fl. 75 kr ö. W. = 5 Mark.

LXXXI. Band. **Die Darstellung des Eisens und der Eisenfabrikate.** Handbuch für Hüttenleute und sonstige Eisenarbeiter, für Techniker, Händler mit Eisen und Metallwaaren, für Gewerbe- und Fachschulen ꝛc. Von **Eduard Zeying.** Mit 73 Abbildungen. 17 Bog. 8. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXXXII. Band. **Die Lederfärberei und die Fabrikation des Lackleders.** Ein Handbuch für Lederfärber und Lackirer. Anleitung zur Herstellung aller Arten von farbigem Glacéleder nach dem Anstreich- und Tauchverfahren, sowie mit Hilfe der Theerfarben, zum Färben von schwedischem, sämischgarem und lohgarem Leder, zur Saffian-, Corduan-, Chagrinfärberei ꝛc. und zur Fabrikation von schwarzem und farbigem Lackleder. Von **Ferdinand Wiener,** Leder-Fabrikant. Mit 15 Abbildungen. 15 Bog. 8 geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LXXXIII. Band. **Die Fette und Oele.** Darstellung der Eigenschaften aller Fette und Oele, der Fett- und Oelraffinerie und der Kerzen-Fabrikation. Nach dem neuesten Stande der Technik leichtfaßlich geschildert von **Friedrich Thalmann.** Mit 31 Abbildungen. 16 Bog. 8. geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 Mark.

LXXXIV. Band. **Die Fabrikation der mousstrenden Getränke und der künstlichen Mineralwässer.** Praktische Anleitung zur Fabrikation aller mousstrenden Wässer, Limonaden, Weine ꝛc. und gründliche Beschreibung der hierzu nöthigen Apparate. Von **Oscar Meitz.** Mit 20 Abbildungen. 10 Bog. 8. geh. Preis 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

LXXXV. Band. **Gold, Silber und Edelsteine.** Handbuch für Gold-, Silber-, Bronze-Arbeiter und Juweliere. Vollständige Anleitung zur technischen Bearbeitung der Edelmetalle enthaltend das Legiren, Gießen, Bearbeiten, Emailliren, Färben und Oxydiren, das Vergolden, das Incrustiren und Schmücken der Gold- und Silberwaaren mit Edelsteinen und die Fabrikation des Imitationsschmuckes. Von **Alexander Wagner.** Mit 14 Abbildungen. 18 Bog. 8. geh. Preis 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

LXXXVI. Band. **Die Fabrikation der Aether und Grundessenzen.** Die Aether, Fruchtäther, Fruchtessenzen, Fruchtextracte, Fruchtsyrupe, Tincturen zum Färben und Klärungsmittel: nebst einem Anhang: Ueber die Zusammensetzung von Liqueuren, Branntweinen, Rum, Arrac, Cognac und verschiedenen Weinen. Nach den neuesten Erfahrungen praktisch und wissenschaftlich bearbeitet von Dr. **Th. Horatius.** Mit 14 Abbild. 18 Bog. 8. geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

LXXXVII. Band. **Die technischen Vollendungs-Arbeiten der Holz-Industrie**, das Schleifen, Beizen, Poliren, Lackiren, Anstreichen und Vergolden des Holzes, nebst der Darstellung der hierzu verwendbaren Materialien in ihren Hauptgrundzügen Von **L. E. Andés.** Mit 20 Abbild. 13 Bog. 8. geh. 1 fl. 35 kr. = 2 M. 50 Pf.

LXXXVIII. Band. **Die Fabrikation von Albumin und Eierconserven.** Eine Darstellung der Eigenschaften der Eiweißkörper und der Fabrikation von Eier- und Blutalbumin, des Patent- und Naturalbumins, der Eier- und Dotter-Conserven und der zur Conservirung frischer Eier dienenden Verfahren. Von **Karl Ruprecht** Mit 13 Abbildungen. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 20 kr. ö. W. = 2 M. 25 Pf.

LXXXIX. Band. **Die Feuchtigkeit der Wohngebäude**, der Mauerfraß und Holzschwamm, nach Ursache, Wesen und Wirkung betrachtet und die Mittel zur Verhütung sowie zur sicheren und nachhaltigen Beseitigung dieser Uebel unter besonderer Hervorhebung eines neuen und praktisch bewährten Verfahrens zur Trockenlegung feuchter Wände und Wohnungen. Für Baumeister, Bautechniker, Gutsverwalter, Tüncher, Maler und Hausbesitzer. Von **A. Keim**, technischer Director in München. Mit 14 Abbild. 8 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XC. Band. **Die Verzierung der Gläser durch den Sandstrahl.** Vollständige Unterweisung zur Mattverzierung von Tafel- und Hohlglas mit besonderer Berücksichtigung der Beleuchtungsartikel. Viele neue Verfahren: Das Lasiren der Gläser. Die Mattdecoration von Porzellan und Steingut. Das Mattiren und Verzieren der Metalle. Nebst einem Anhange: Die Sandblas-Maschinen. Von **J. B. Miller**, Glastechniker. Mit 8 Abbildungen. 11 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XCI. Band. **Die Fabrikation des Alauns**, der schwefelsauren und essigsauren Thonerde, des Bleiweißes und Bleizuckers. Von **Friedrich Jünemann**, technischer Chemiker. Mit 9 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XCII. Band. **Die Tapete**, ihre ästhetische Bedeutung und technische Darstellung, sowie kurze Beschreibung der Buntpapier-Fabrikation. Zum Gebrauche für Musterzeichner, Tapeten- und Buntpapier-Fabrikanten. Von **Th. Seemann.** Mit 42 Abbildungen. 16 Bog. 8. Eleg. geh 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XCIII. Band. **Die Glas-, Porzellan-, und Email-Malerei in ihrem ganzen Umfange.** Ausführliche Anleitung zur Anfertigung sämmtl. bis jetzt zur Glas-, Porzellan-, Email-, Fayence- und Steingut-Malerei gebräuchlichen Farben und Flüsse, nebst vollständiger Darstellung des Brennens dieser verschiedenen Stoffe. Unter Zugrundelegung der neuesten Erfindungen und auf Grund eigener in Sèvres und anderen großen Malereien und Fabriken erworbenen Kenntnisse bearb. und herausg. von **Felix Hermann.** Mit 10 Abbildungen 19 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XCIV. Band. **Die Conservirungsmittel.** Ihre Anwendung in den Gährungsgewerben und zur Aufbewahrung von Nahrungsstoffen. Eine Darstellung der Eigenschaften der Conservirungsmittel und deren Anwendung in der Bierbrauerei, Weinbereitung, Essig- und Preßhefe-Fabrikation ꝛc. Von **Dr. Josef Berich.** Mit 8 Abbild. 13 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

XCV. Band. **Die elektrische Beleuchtung** und ihre Anwendung in der Praxis. Mit besonderer Berücksichtigung der Ergebnisse der internationalen elektrischen Ausstellung in Paris im Jahre 1881. Verfaßt von **Dr. Alfred v. Urbanitzky.** Assistent an der k. k. technischen Hochschule in Wien. Mit 85 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 2 fl. 20 kr. ö. W. = 4 Mark.

XCVI. Band. **Preßhefe, Kunsthefe und Backpulver.** Ausführliche Anleitung zur Darstellung von Preßhefe nach allen bekannten Methoden, zur Bereitung der Kunsthefe und der verschiedenen Arten von Backpulver. Praktisch geschildert von **Adolf Wilfert.** Mit 16 Abbild. 15 Bog. 8. Eleg. geh. 1 fl. 10 kr. ö. W. = 2 Mark.

XCVII. Band. **Der praktische Eisen- und Eisenwaarenkenner.** Kaufmännisch-technische Eisenwaarenkunde. Ein Handbuch für Händler mit Eisen- und Stahlwaaren, Fabrikanten, Ex- und Importeure, Agenten für Eisenbahn- und Baubehörden, Handels- und Gewerbeschulen ꝛc. Von **Eduard Japing,** dipl. Ingenieur und Redacteur, früher Eisenwerks-Director. Mit 98 Abbild. 37 Bog. 8. Eleg geh. 3 fl. 30 kr. ö. W. = 6 Mark

---

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

A. Hartleben's Chemisch-technische Bibliothek.

XCVIII. Band. **Die Keramik** oder **Die Fabrikation von Töpfer-Geschirr, Steingut, Fayence, Steinzeug, Terralith, sowie von französischem, englischem und Hart-Porzellan.** Anleitung für Praktiker zur Darstellung aller Arten keramischer Waaren nach deutschem, französischem und englischem Verfahren. Von **Ludwig Wippkinger.** Mit 45 Abbildungen. 24 Bogen. 8. Geh. 2 fl. 50 kr. ö. W. = 4 M. 50 Pf.

IC. Band. **Das Glycerin. Seine Darstellung, seine Verbindungen und Anwendung in den Gewerben, in der Seifen-Fabrikation, Parfumerie und der Sprengtechnik.** Für Chemiker, Parfumeure, Seifenfabrikanten, Apotheker, Sprengtechniker und Industrielle geschildert. Von **J. W. Koppe.** Mit 10 Abbildungen. 13 Bogen. 8. Geh. 1 fl. 35 kr. ö. W. = 2 M. 50 Pf.

C. Band. **Handbuch der Chemigraphie, Hochätzung in Zink für Buchdruck mittelst Umdruck von Autographien und Photogrammen und directer Copirung oder Radirung des Bildes auf die Platte (Photochemigraphie und Chalkochemigraphie).** Von **W. F. Foisel.** Mit 14 Abbildungen. 17 Bogen. 8. Geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

CI. Band. **Die Imitationen.** Eine Anleitung zur Nachahmung von Natur- und Kunstproducten, als: Elfenbein, Schildpatt, Perlen und Perlmutter, Korallen, Bernstein, Horn, Hirschhorn, Fischbein, Alabaster, Marmor, Malachit, Avanturin, Lapis-Lazuli, Onyx, Meerschaum, Schiefer, edlen Hölzern, sowie zur Anfertigung von Kunst-Steinmassen, Nachbildungen von Holzschnitzereien, Bildhauer-Arbeiten, Mosaiken, Intarsien u. s. w. Für Gewerbetreibende und Künstler. Von **Sigmund Lehner.** Mit 10 Abbildungen. 17 Bogen. 8. Geh. 1 fl. 80 kr. ö. W. = 3 M. 25 Pf.

CII. Band. **Die Fabrikation der Copal-, Terpentinöl- und Spiritus-Lacke.** Von **Louis Edgar Andés.** Mit 38 Abbildungen. 28 Bogen. 8. Geh. 3 fl. ö. W. = 5 M. 40 Pf.

CIII. Band. **Kupfer und Messing, sowie alle technisch wichtigen Kupferlegirungen, ihre Darstellungsmethoden, Eigenschaften und Weiterverarbeitung zu Handelswaaren.** Von **Eduard Japing.** Mit 41 Abbildungen. 14 Bogen. 8. Geh. 1 fl. 65 kr. ö. W. = 3 M.

CIV. **Bereitung der Brennerei-Kunsthefe.** Auf Grund vieljähriger Erfahrungen geschildert von **Josef Reis.** 4 Bogen 8. Geh. 80 Kr. ö. W. = 1 M. 50 Pf.

Jeder Band einzeln zu haben. In eleganten Ganzleinwandbänden per Band 45 Kr. ö. W. = 80 Pf. Zuschlag.

Neueste Erfindungen und Erfahrungen

auf den Gebieten der praktischen Technik

der Gewerbe, Industrie, Chemie, der Land- und Hauswirthschaft.

Herausgegeben und redigirt unter Mitwirkung hervorragender Fachmänner von

X. Jahrgang 1883. Dr. Theodor Koller. **X. Jahrgang 1883.**

Mit zahlreichen Illustrationen.

Jährlich erscheinen 13 Hefte à 36 Kr. ö. W. = 60 Pf. Ein Jahrgang complet kostet 4 fl. 50 kr. ö. W. = 50 Pf. 7 M.

Frühere Jahrgänge:

I.	Jahrgang	1874	complet	geheftet	VI.	Jahrgang	1879	complet	geheftet
II.	"	1875	"	"	VII.	"	1880	"	"
III.	"	1876	"	"	VIII.	"	1881	"	"
IV.	"	1877	"	"	IX.	"	1882	"	"
V.	"	1878	"	"					

Preis per Jahrgang 4 fl. 50 kr. = 7 M. 50 Pf.

Alle neun Jahrgänge auf einmal genommen für nur 30 fl. ö. W. = 54 M.

Bei Abnahme von mindestens drei Jahrgängen auf einmal jeder Jahrgang 3 fl. 60 kr. ö. W. = 6 M. 50 Pf. Einbanddecken für jeden Jahrgang 60 Kr. ö. W. = 1 M. 20 Pf. Einbände pro Jahrgang 1 fl. ö. W. = 1 M. 75 Pf.

A. Hartleben's Verlag in Wien, Pest und Leipzig.

Filibert Roth

Die

Verwerthung des Holzes

auf

chemischem Wege.

Eine Darstellung der Verfahren

zur

Gewinnung der Destillationsproducte des Holzes, der Essigsäure, des Holzgeistes, des Theeres und der Theeröle, des Kreosotes, des Russes, des Röstholzes und der Kohlen,

sowie zur

Fabrikation

von

Oxalsäure, Alkohol (Holz-Spiritus) und Cellulose, der Gerbstoff- und Farbstoff-Extracte, der ätherischen Oele und der Lacke aus Rinden und Hölzern.

Für Praktiker geschildert von

Dr. Josef Bersch.

Mit 61 Abbildungen.

Wien. Pest. Leipzig.

A. Hartleben's Verlag.

1883.

(Alle Rechte vorbehalten.)

)uchdruckerei.

Filibert Roth

Vorwort.

Die Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege, d. h. zum Zwecke der Darstellung einer großen Reihe von chemischen Producten, hat erst in neuerer Zeit, und zwar seitdem die Darstellung von Holz-Cellulose für die Zwecke der Papier-Fabrikation und die Darstellung reiner Essigsäure aus Holz gelungen ist, angefangen, die Aufmerksamkeit der Industriellen und Wälderbesitzer auf sich zu ziehen. Durch die Arbeiten der Chemiker ist es erwiesen, daß sich aus dem Holze eine große Reihe sehr wichtiger chemischer Verbindungen — Essigsäure, Oxalsäure, Holzgeist, Aethylalkohol (Spiritus) — gewinnen lasse, und ist die Mehrzahl der diesbezüglichen Verfahren soweit ausgebildet, daß sie schon gegenwärtig in großem Maßstabe für den Fabriksbetrieb angewendet werden. Infolge der weiter vorgeschrittenen Industrie in den westeuropäischen Staaten wird daselbst auch die Verwerthung des Holzes auf thermochemischem Wege viel eifriger betrieben als in jenen Ländern, in welchen sich zur Zeit noch mächtige Forste befinden, die aber fast völlig unbenützt und ertragslos sind. Gerade aber in diesen Ländern liegen die Verhältnisse derart, daß sie eine Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege gestatten, und den Besitzern der bis nun ertraglosen Forste hierdurch die Möglichkeit geboten wird, ihr Holz in sehr vortheilhafter Weise zu verwerthen.

Der Verfasser hat in dem vorliegenden Werke den Versuch gemacht, auf Grundlage seiner praktischen Erfahrungen die verschiedenen Verfahren, nach welchen das Holz auf chemische Producte verarbeitet werden kann, in eingehender Weise zu schildern und hierdurch den Forstbesitzern neue Wege zur Verwerthung ihres Besitzes anzugeben. Nachdem die Verwerthung der Baumrinden und der Harzproducte einen mit der Verwerthung des Holzes selbst in engem Zusammenhange stehenden Zweig der chemischen Technologie ausmacht, wurde auch die Verarbeitung der Rinden und Harzproducte ausführlich besprochen, so daß in dem vorliegenden Werke alle Zweige der Verwerthung der in Europa vorkommenden Holzarten auf chemischem Wege berücksichtigt sind. Es ist der aufrichtige Wunsch des Unterzeichneten, durch seine Arbeit die Anregung zur nutzbringenden Verarbeitung der großen Naturschätze gegeben zu haben, welche sich in den ausgebreiteten Forsten vieler Länder vorfinden; wie erwähnt, ist gerade in den holzreichsten Ländern Europas diesem Zweig der chemischen Industrie noch nicht die Beachtung zu Theil geworden, deren er würdig ist.

Dr. J. Versch.

I. Einleitung.

Durch Jahrtausende war das Holz der einzige Körper, dessen sich die Menschen zur Unterhaltung des Feuers bedienten und welchen sie neben Steinen zur Herstellung ihrer Wohnungen, zur Anfertigung von Geräthen und Werkzeugen verwendeten. Mit der Entwicklung der Cultur wurden die Menschen mit verschiedenen Körpern bekannt, denen gewisse Eigenschaften des Holzes in höherem Grade zukommen und welche daher in manchen Fällen dem Holze gegenüber den Vorzug verdienen.

Bekanntlich hat sich in England der Gebrauch der Steinkohle als Brennmateriale an Stelle des Holzes schon seit vielen Jahrhunderten verallgemeint und brachte es der außerordentlich gesteigerte Bedarf an intensive Wärme gebende Brennstoffen mit sich, welcher durch die Einführung der Dampfmaschinen nothwendig wurde, daß gegenwärtig in ganz Europa die mineralische Kohle das wichtigste Brennmateriale bildet und die Bedeutung des Holzes als Brennstoff infolge dessen sehr vermindert wurde. Daß es gar nicht möglich wäre, den Bedarf an Heizmateriale, welchen unsere Fabriken, Eisenwerke, Bahnen und Dampfschiffe verbrauchen, aus dem Holzertrage unserer Forste zu decken, ist für Europa schon lange sichergestellt; die großen Wälder Ungarns, Galiziens sowie jene von Skandinavien und Rußland würden zur Erfüllung dieses Zweckes in wenigen Jahrzehenten erschöpft sein.

Selbst in einem Lande, welches seit verhältnißmäßig so kurzer Zeit der Cultur erschlossen ist, wie die Vereinigten Staaten von Nordamerika, machte man die Wahrnehmung, daß die gewaltigen Urwälder, welche sich daselbst vorfanden, mit überraschender Schnelligkeit ausgerodet wurden, seitdem die Dampfmaschinen in Amerika so ausgedehnte Anwendung finden; die mächtigen Anthracitlager und die neuerdings erschlossenen Steinkohlenflötze werden daher jetzt schon in Amerika in großartigem Maße ausgebeutet. Die Wälder, welche vor kaum anderthalb Jahrhunderten den größten Theil des amerikanischen Continentes bedeckten, sind in unserer Zeit theils ganz verschwunden, theils sehr bedeutend reducirt.

Durch die Fortschritte, welche die Eisenindustrie gemacht hat, hat auch das Holz sehr viel von seiner Bedeutung als Baumateriale verloren; während in früherer Zeit riesige Holzmassen zum Bau von Dächern, Brücken, Schiffen und verschiedenen Maschinen verwendet wurden, benützt man gegenwärtig immer mehr und mehr das Eisen für diese Zwecke, indem es neben seiner bedeutenderen Festigkeit auch viel größere Dauerhaftigkeit besitzt als das Holz.

Die genannten Verhältnisse sind es, welche in den Ländern mit dichter Bevölkerung und hochentwickelter Industrie die Veranlassung dazu gaben, daß die Waldbestände stark reducirt und die Anwendung des Holzes auf jene Zwecke beschränkt wurde, für welche sich eben kein anderes Materiale verwenden läßt, z. B. zur Anfertigung von Brettern und anderem Werkholz. Manche europäischen Staaten vermögen selbst diesem Bedarf an Holz gar nicht mehr aus den eigenen Wäldern zu genügen und müssen das von ihnen verbrauchte Werkholz aus holzreicheren Gegenden einführen.

Während so, namentlich in den westeuropäischen Ländern, fast schon Mangel an Holz eingetreten ist, waltet in

den östlich und nördlich gelegenen Ländern das umgekehrte Verhältniß ob: sie besitzen einen großen Reichthum an Holz, der aber in vielen Fällen nur einen sehr geringen Nutzen, in sehr vielen Fällen gar keinen Nutzen abwirft. Die Ursache dieser Erscheinung wird durch die culturellen und Bevölkerungsverhältnisse dieser Länder bedingt.

Ein großer Theil Ungarns, Siebenbürgens, Croatiens, Galiziens und Rußlands ist gegenwärtig noch von dichten Forsten bedeckt; manche derselben können geradezu noch als Urwälder bezeichnet werden. Das noch wenig entwickelte Straßen- und Bahnnetz dieser Länder, das spärliche Vorkommen großer industrieller Anlagen, welche große Mengen von Brennstoff verbrauchen, machen einerseits den Transport des Holzes schwierig und kostspielig, andererseits aber auch das Holz infolge des geringeren Verbrauches sehr geringwerthig. — Diese ungünstigen Verhältnisse bringen es mit sich, daß viele Forstcomplexe in diesen Ländern dem Besitzer absolut gar keine Rente abwerfen, indem der Preis des Holzes an den Verkaufsstellen so nieder ist, daß er nicht die Kosten des Transportes auf größere Entfernungen deckt, überdies der Bedarf an Holz sich einfach auf jenes Quantum erstreckt, welches für die Zwecke der Haushaltung verbraucht wird.

Die Werthe, welche infolge der ungünstigen Verhältnisse, unter welchen sich die Forstwirthschaft in Ländern mit dünner Bevölkerung und geringer Industrie befindet, alljährlich verloren gehen, betragen riesige Summen und ist es für den Besitzer derartiger Forste von höchster Wichtigkeit, nach Mitteln zu suchen, welche es ihm ermöglichen, aus seinem Walde dennoch einen entsprechenden Nutzen zu ziehen.

In manchen Gegenden, z. B. in gewissen, fast menschenleeren Theilen der Vereinigten Staaten von Nordamerika und Rußlands, suchte man das Holz dadurch zu verwerthen,

daß man es einfach verbrannte, um aus der Asche Kaliumcarbonat (kohlensaures Kali) als sogenannte „Potasche" zu gewinnen. Hundert Gewichtstheile Holz liefern im Durchschnitte einen Gewichtstheil Asche oder drei Viertel Gewichtstheile Potasche. In früherer Zeit war die Potasche so ziemlich die einzige ergiebigere Quelle für jene Gewerbe, welche der Alkalien bedürfen; in der Seifenfabrikation und in der Glasfabrikation wurden bedeutende Mengen von Potasche verwendet.

Für viele gewerbliche Zwecke, kann an Stelle des Kaliumcarbonates das Natriumcarbonat (kohlensaures Natron), Soda angewendet werden. Nachdem man nun gegenwärtig die Soda in großen Fabriken auf künstlichem Wege und zu sehr billigen Preisen darstellt, hat die Soda das kohlensaure Kali in den meisten Industrien völlig verdrängt und hatte dieser Umstand zur nothwendigen Folge, daß der Preis der Potasche sehr gesunken ist.

Dieser Umschwung der Verhältnisse bringt es mit sich, daß gegenwärtig die Verwerthung der Forste auf Potasche noch weniger einträglich ist als früher. Die Gewinnung von Potasche ist übrigens, wie leicht einzusehen, das denkbar roheste Verfahren, welches zum Zwecke der Holzverwerthung in Anwendung gebracht werden kann, indem bei demselben die gesammte organische Substanz, welche im Holze enthalten ist, vollständig verloren geht. In einem Lande, welches aber auf einer gewissen Stufe der Civilisation steht, geht es nicht an, so große Werthe aufzuopfern, um ein so geringes Erträgniß zu erzielen, wie es das Potaschebrennen abwirft; man muß bestrebt sein, das Holz in einer Weise zu verwerthen, durch welche sämmtliche in ihm enthaltenen werthvollen Stoffe gewonnen werden können. Nachdem dies aber nur dort möglich ist, wo das Holz entweder in Form von Werkholz oder Brennholz verkauft werden kann, muß der Waldbesitzer,

welchem dies infolge der oben angedeuteten Verhältnisse nicht möglich ist, trachten, Auskunftsmittel aufzufinden, die ihm eine einträgliche Verwerthung des Holzes ermöglichen.

Eines der am häufigsten angewendeten Auskunftsmittel in dieser Beziehung ist jenes, das Holz in Kohle umzuwandeln und diese zu verkaufen, indem die Kohle im Vergleiche mit dem Holze, aus welchem sie gewonnen wurde, ein geringes Gewicht besitzt, sich aber durch einen sehr großen Heizwerth auszeichnet. Für gewisse harte Hölzer, welche ihren physikalischen Eigenschaften nach weniger zur Verwendung als Werkholz geeignet erscheinen, ist in manchen Gegenden die Umwandlung derselben in Kohle noch das einzige Mittel, um sie überhaupt verwerthen zu können.

In manchen Ländern, z. B. in gewissen Theilen Steiermarks, wird das Verfahren der Verkohlung des Holzes für die Zwecke der Eisengewinnung in sehr großem Maßstab betrieben — es muß aber dieses Verfahren als ein in national-ökonomischer Beziehung sehr unzweckmäßiges bezeichnet werden. Man bedarf nämlich zum Niederschmelzen von Eisenerzen so hoher Temperaturen, daß eine sehr bedeutende Menge von Brennmaterial zur Gewinnung eines bestimmten Eisenquantums erforderlich ist. Nachdem aber die Eisenwerke jährlich viele Tausende von Centnern an Eisen produciren und der Bedarf an Eisen ein fortwährend steigender ist, läßt sich leicht absehen, daß die Kohlenproduction mit dem Bedarfe an Kohle nach einer gewissen Zeit nicht mehr Schritt halten könnte, oder die Eisenproduction auf ein gewisses Maximum beschränkt bleiben müßte, welches von der Kohlenmenge abhängig wäre, die jährlich von den in einem gewissen Umkreise liegenden Forsten producirt wird.

Es mag wohl Waldbesitzer geben, welche in einem solchen Falle gerne bereit wären, des zeitweilig gesteigerten

Gewinnes wegen auch solche Theile ihrer Wälder, welche sich noch nicht in schlagbarem Alter befinden, abzuforsten — ein Verfahren, welches man als Raubwirthschaft bezeichnen muß und welchem glücklicher Weise in den meisten Ländern durch die Forstgesetzgebung ein Ziel gesetzt wird.

Das unter Zuhilfenahme von Holzkohle erblasene Eisen zeichnet sich dem mittelst Steinkohlen gewonnenen gegenüber durch gewisse Eigenschaften vortheilhaft aus, welche namentlich durch die Abwesenheit von Schwefel und Phosphor in dem Brennmateriale bedingt werden; infolge der Fortschritte, welche die metallurgische Chemie gemacht hat, ist es aber auch möglich geworden, unter Anwendung von Steinkohle ein Eisen zu gewinnen, welches an Reinheit jenem, welches mittelst Holzkohlen erzielt wird, völlig gleich kommt. Nachdem sich in jenen Ländern, in welchen Eisen gewonnen wird, auch Steinkohle leicht beschaffen läßt, so wird durch diesen Umstand der Werth der Holzkohle vermindert, so daß der Gewinn, welchen die Verwerthung des Holzes in Form von Holzkohle mit sich bringt, ein sehr geringer ist. Bedenkt man überdies, daß von den 80 Percent werthvoller Bestandtheile, welche im Holze im Durchschnitte enthalten sind, bei der Umwandlung des Holzes in Kohle nur 20 bis 25 gewonnen werden, so kann man die Verarbeitung des Holzes auf Kohle gewiß nur als einen Nothbehelf bezeichnen, dessen man sich eben bedient, um das Holz überhaupt verwerthen zu können.

Es ist bekannt, daß sich beim Kohlebrennen aus dem Holze eine sehr große Menge flüchtiger Producte entwickeln, welche in Form von Dämpfen und Gasen entweichen und die Umgebung der Kohlenstätte mit einem eigenthümlichen Geruche erfüllen. Diese Producte werden nur in sehr wenigen Fällen beachtet, obwohl ihnen die größte Aufmerksamkeit

zugewendet werden sollte, indem sie Stoffe enthalten, welche sich sehr vortheilhaft verwerthen lassen.

Wir werden uns in einem späteren Theile dieses Werkes eingehend mit diesen Stoffen zu beschäftigen haben und wollen hier nur darauf hinweisen, daß das rationellste und einträglichste Verfahren der Holzverwerthung darin besteht, das Holz unter gewissen Umständen der Verkohlung zu unterwerfen und die sich hierbei entwickelnden Producte aufzufangen. Manche dieser Producte, z. B. der Holztheer, sind schon in rohem Zustande, d. h. so wie sie sich unmittelbar bei der Verkohlung des Holzes ergeben, gut verwerthbar, indeß andere, wie z. B. der Holzessig einer weiteren Bearbeitung unterworfen werden müssen, dann aber sehr werthvolle Stoffe (reine Essigsäure und Methylalkohol) liefern. Nachdem bekanntlich der Werth eines Stoffes ein um so größerer wird, je mehr Arbeit man auf denselben verwendet, wird auch der Werth des Holzes durch das Verfahren, von welchem wir gegenwärtig sprechen, sehr beträchtlich gesteigert, und zwar in solcher Weise, daß das Erträgniß das jeder anderen Art der Holzverwerthung übertrifft.

Da es bei der Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege nur auf die Substanz, nicht aber auf die Form ankommt, in welcher dieselbe gegeben ist, läßt sich nicht nur Stammholz in der angegebenen Weise verarbeiten, sondern kann jede Art von Holzabfall — dünnes Astholz, Schälholz, Späne, Sägemehl — in gleicher Weise verwendet werden; der Unterschied in dem Ergebnisse liegt nur darin, daß man bei Verarbeitung von Holzabfällen ausschließlich Kohlenklein, keine Stückkohle erhält. Wie wir an späterem Orte nachweisen werden, nimmt dieser Umstand in Bezug auf die Rentabilität des ganzen Verfahrens sehr wenig Einfluß,

indem das Schwergewicht desselben in der Verwerthung der flüchtigen Producte liegt.

Das Holz besteht in chemischer Beziehung zum größten Theile aus jener Substanz, welche man Cellulose oder Zellenstoff benannt hat; in sehr reinem Zustande sehen wir diese Substanz in der Baumwolle vor uns; weißes Papier besteht ebenfalls aus ziemlich reiner Cellulose. Das Papier wurde früher ausschließlich aus den Fetzen abgenützter Leinwand dargestellt (Lumpenpapier); seitdem der Verbrauch des Papieres in so außerordentlicher Weise zugenommen hat, reichte das in Form alter Leinwand zur Verfügung stehende Rohmateriale nicht mehr hin, den Bedarf an Rohstoff für die Papierfabrikation zu decken, und mußte man bemüht sein, Ersatzstoffe für die Leinwand zu finden.

Man glaubte diesen Ersatzstoff in der Cellulose gefunden zu haben, welche in den Halmen der Gräser enthalten ist; vergleichende Versuche zeigten aber, daß das Holz hierfür ein weit besseres Materiale abgebe als das Stroh. Den Bemühungen der Chemiker ist es endlich gelungen, Verfahren aufzufinden, nach welchen sich das Holz in eine Substanz umwandeln läßt, welche zur Papierfabrikation geeignet ist; gegenwärtig wird „Holzcellulose" schon in sehr ausgedehntem Maßstabe dargestellt und ist hierdurch wieder ein neuer Weg zur Verwerthung gewisser Holzgattungen auf chemischem Wege gegeben.

Unsere Gespinnstfasern pflanzlichen Ursprunges bestehen aus Cellulose und sind schon viele Versuche angestellt worden, die Cellulose des Holzes in solche Form zu bringen, in welcher sie sich spinnen läßt. Dies ist z. B. mit den unter der Rinde des Maulbeerbaumes sitzenden Fasern, mit den Bastfasern der Linden und jenen anderer Bäume gelungen,

ohne daß jedoch bis nun diese Art der Verwerthung des Holzes eine ausgebreitete geworden wäre.

Durch chemische Einwirkungen läßt sich Cellulose in gährungsfähigen Zucker (das heißt in solchen, welcher sich in Spiritus oder Alkohol umwandeln läßt) überführen; nachdem nun das Holz, wie erwähnt, zum größten Theile aus Cellulose besteht, mußte sich den Chemikern von selbst der Gedanke aufdrängen, das Holz zur Gewinnung von Alkohol zu verwenden. Auch dies ist gelungen, jedoch sind die diesbezüglichen Verfahren zur Zeit noch zu unvollkommen, um dieselben mit voller Sicherheit des Erfolges auf den Großbetrieb anwenden zu können; es ist aber keinen Augenblick daran zu zweifeln, daß die bis nun in diesen Richtungen bestehenden Schwierigkeiten vollständig überwindbar sind und das Holz dann allgemein als Materiale zur Spiritus-Fabrikation benutzt werden wird.

Um die Reihe der Verwerthungen, welchen man das Holz auf chemischen Wege zuführen kann, zu vervollständigen, erwähnen wir hier noch, daß das Holz auch das Materiale abgiebt, aus welchem man gegenwärtig den Gesammtbedarf an Oxalsäure darstellt und ergiebt sich schon aus dieser kurzen Darlegung, daß das Holz vom chemischen Standpunkte aus betrachtet, ein Körper ist, dessen Bedeutung für die Industrie eine so enorme ist, daß es hierin von keinem zweiten Producte des Pflanzenreiches erreicht wird.

Die fortwährende Zunahme der Bevölkerung bringt nothwendigerweise auch ein entsprechend gesteigertes Bedürfniß nach Nahrungsmitteln, namentlich nach Getreide hervor und muß die Fläche des mit Getreide bebauten Landes fortwährend vergrößert werden. Wenn man berechnet, welche Bodenflächen nothwendig sind, um das Rohmateriale hervorzubringen, dessen man gegenwärtig in Form von Getreide und Kartoffeln

zum Zwecke der Fabrikation von Weingeist und Essig bedarf, so ergiebt sich, daß hierfür riesige Bodenflächen erforderlich sind, welche sonst dem Getreidebau zum Zwecke der Mehlproduction zugeführt werden könnten.

Wie wir oben angedeutet haben, läßt sich aus Holz nicht nur Essig, sondern auch Alkohol gewinnen und ist nach unserer Ansicht in Zukunft dem Holze ganz allein die Rolle zugewiesen, uns das Materiale zur Gewinnung dieser beiden wichtigen Körper zu liefern. Der Erfolg dieses Umschwunges wird aber der sein, daß große Bodenflächen zur Production von Nahrungsstoffen verfügbar werden, der Handelswerth des Holzes sehr gesteigert und infolge dessen der Waldbesitz von dem gegenwärtigen geringen Erträgnisse auf ein sehr bedeutendes Erträgniß gebracht werden wird.

Der volle Bedarf an Essig könnte schon gegenwärtig mit der größten Leichtigkeit aus dem Holze gedeckt werden. Die Möglichkeit der Alkoholgewinnung aus Holz ist schon durch Versuche in größtem Maßstabe dargethan und bleibt, wie erwähnt, nur noch die Lösung der Frage übrig, ein rationelles, für den Fabriksbetrieb geeignetes Verfahren zu finden, um die Alkoholfabrikation auf eine ganz neue Basis zu stellen.

Wir haben bei der vorhergehenden Darlegung ausschließlich die Verwerthung der „Holzsubstanz", wie selbe in jedem Holze enthalten ist, im Auge gehabt; bekanntlich unterscheiden sich aber die verschiedenen Baumarten nicht nur in Bezug auf ihre botanischen Verhältnisse von einander, sondern auch sehr wesentlich in Bezug auf die chemischen Verbindungen, welche entweder im Safte des Holzes gelöst oder in gewissen Zellen des Holzes abgelagert sind. Wir finden als solche specifische Bestandtheile gewisser Hölzer eine große Reihe von

chemischen Verbindungen, welche entweder Gerbstoffe, Farbstoffe, ätherische Oele, Harze, Bitterstoffe, Zuckerarten, Säuren oder Alkaloide sind. Die Gewinnung dieser Stoffe bildet selbstverständlich auch einen Theil der Aufgabe, welcher der Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege zufällt; wir können uns aber mit Rücksicht auf den Reichthum des vorliegenden Materiales, dessen vollständige Bearbeitung viele Bände füllen würde, nicht mit der Gewinnung aller hier angeführten Körper beschäftigen, sondern wollen nur einige derselben eingehender besprechen.

Der weitaus größte Theil der Farbstoffe, Harze, Bitterstoffe und Alkaloide, findet sich in Holzarten vor, welche in den Tropenländern heimisch sind und werden die genannten Stoffe entweder schon in dem Mutterlande der betreffenden Holzarten gewonnen, wie dies z. B. beim Campher, dem Kautschuk, dem Drachenblut u. s. w. der Fall ist, oder es werden die Hölzer nach Europa gebracht und die werthvollen Stoffe aus ihnen gewonnen, wie dies mit der Mehrzahl der Farbhölzer (Blau- und Rothholz) mit der Rinde der Chinabäume (aus welcher Chinin gewonnen wird) u. s. w. geschieht.

Bei den in Europa heimischen Holzarten kommen namentlich zwei Gruppen von Verbindungen in Betracht, die überhaupt zu denjenigen gehören, welche in der Pflanzenwelt weit verbreitet sind: die Gerbstoffe und die ätherischen Oele und Harze. Die Gewinnung dieser Stoffe ist eine einfache und kann einen sehr einträglichen Zweig der Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege abgeben. Da sie in der Schilderung einer Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege, soweit dieselbe auf die in Europa wachsenden Holzarten Bezug hat, eine wesentliche Stelle einnimmt, müssen wir die Gewinnung von Gerbstoff, ätherischem Oele und Harz ebenfalls in den Rahmen unserer Besprechung aufnehmen.

Wenn wir die Hauptproducte, welche sich nach verschiedenen Verfahren bei der Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege gewinnen lassen, zusammenfassen, so ergiebt sich nachfolgende Zusammenstellung:

A. Producte, die aus dem Holze infolge der Veränderungen entstehen, welchen das Holz durch die Einwirkung von Wärme unterliegt: Holzkohle, Holzessig, Holzgeist, Holztheer, Leuchtgas.

Aus diesen Rohproducten lassen sich gewinnen: Essigsäure, Ameisensäure, Propionsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Aceton, Methylalkohol, leichte und schwere Theeröle, Kreosot, Pech.

B. Producte, welche aus dem Holze infolge Einwirkung chemischer Agentien entstehen können:

Cellulose, gährungsfähiger Zucker (respective Alkohol), Oxalsäure.

C. Producte, welche aus gewissen Holzarten oder Rinden derselben gewonnen werden können:

Gerbstoffe, ätherische Oele, Harze. (Durch das Vanillin ist zu diesem Körper ein neuer getreten, über dessen Darstellung aber bis nun Aehnliches gilt, wie bezüglich der Darstellung des Alkoholes aus Holz, nämlich, daß das zur Darstellung dieses Körpers angewendete Verfahren bis nun ein ziemlich umständliches ist, welches erst entsprechend vervollkommnet werden muß, um in der Praxis mit Vortheil angewendet zu werden.)

II. Das Holz in Bezug auf seine chemische Zusammensetzung und physikalischen Eigenschaften.

Die chemische Zusammensetzung des Holzes.

Das Holz besteht in chemischer Beziehung aus einer größerer Anzahl von Körpern, deren Art und Menge von der Art der betreffenden Pflanze, sowie von dem Alter derselben abhängig ist. Als allgemeine, jeder Holzgattung zukommende Bestandtheile des Holzes sind zu bezeichnen: die Holzfaser und der Saft, welch' letzterer wieder aus Wasser und gewissen in diesem gelösten Stoffen besteht.

Die Holzfaser.

Die Holzfaser bildet in Form von Zellen und Gefäßen den eigentlichen Körper der Holzgewächse und vieler Früchte, erscheint aber in sehr mannigfaltigen Formen, je nach der Größe der Zellen, dem Alter und der Wandstärke derselben; das lockerste, weichste Holz besteht ebenso aus Holzsubstanz, wie die steinartige Schale gewisser Früchte (Elfenbeinnüsse, Steinnüsse); im ersteren sind die Zellen groß und dünnwandig, letztere lassen unter dem Mikroskope sehr kleine und dabei dickwandige Zellen erkennen.

Ihrer Form nach besteht die Holzfaser aus sehr langgestreckten Zellen — Gefäßen, welche miteinander zu Bündeln verwachsen sind und deren Wände mannigfach verdickt und gestreift erscheinen. Je mehr sich die Wände der Gefäße verdicken und je enger dieselben aneinanderliegen, desto dichter erscheint das Holz. Obwohl das Ansehen der Holzfasern von Pflanzen einer und derselben Art unter dem Mikroskope bei den verschiedenen Species große Aehnlichkeit zeigt, besitzt

dennoch die Holzfaser der einzelnen Species meistens genug charakteristische Merkmale, um dem in mikroskopischen Arbeiten geübten Beobachter das Erkennen der ihm vorliegenden Holzgattung zu ermöglichen.

Trotz der außerordentlichen Wichtigkeit, welche die Holzsubstanz für den Menschen besitzt, ist man noch nicht dahin gelangt, den Begriff „Holzsubstanz" genau festzustellen, indem einige Chemiker dieselbe geradezu mit dem Zellstoff identificiren, indeß sie andere als ein Gemenge von Cellulose mit verschiedenen anderen Stoffen betrachten. Wie dem auch sein möge, es ist nach ungemein vielen und zahlreichen Untersuchungen sehr wahrscheinlich, daß die Zellen und Gefäße, aus welchen die Pflanzenleiber zusammengesetzt sind, in ihrer Jugend aus reiner Cellulose bestehen und sich erst mit zunehmendem Alter dadurch in Holzsubstanz verwandeln, daß sich die Zellenwände verdicken und die zwischen den einzelnen Zellen vorhandenen freien Räume durch eine eigenthümliche Substanz ausgefüllt werden, welche man aus diesem Grunde auch als „incrustirende Substanz" oder „Lignin" (Holzstoff) bezeichnet hat.

Die Cellulose gehört einer Gruppe von chemischen Verbindungen, den sogenannten Kohlehydraten, an, welche Gruppe sich dadurch auszeichnet, daß Glieder derselben bei gleicher percentischer Zusammensetzung verschiedene Eigenschaften besitzen und auch durch einfache Aufnahme oder Abgabe von Wasser in andere Verbindungen überzugehen vermögen; es liegt daher in der Annahme, daß sich neben der eigentlichen Cellulose im Holze auch eine Reihe von Verbindungen vorfindet, welche ähnlich zusammengesetzt sind, wie die Cellulose, nichts, was gegen die Wahrscheinlichkeit verstößt.

Die außerordentliche Leichtigkeit, mit welcher sich manche Kohlehydrate verändern, macht die Untersuchung der

incrustirenden Substanz zu einer sehr schwierigen Arbeit; bis nun liegen nur unvollständige Untersuchungen über diesen Gegenstand vor, welche die Anschauung, daß die incrustirende Substanz aus einem Gemenge mehrerer Modificationen der Cellulose besteht, sehr unterstützen. Payen, von welchem die erwähnten Untersuchungen ausgeführt wurden, nimmt an, daß die incrustirende Substanz ein Gemenge von vier Stoffen sei, welche sämmtlich in ätzenden Alkalien löslich sind, sich aber von einander durch ihr verschiedenes Verhalten gegen Alkohol, Aether und Aetzammoniak unterscheiden lassen. Die Holzsubstanz soll in älterem Holze in größerer Menge vorhanden sein, als in jüngerem und soll auch die Ursache der größeren Härte des ersteren sein.

Die Cellulose.

Wenn wir die Cellulose als die Grundsubstanz des Holzes annehmen und dieselbe aus dem Holze darstellen wollen, so muß das Holz, nachdem es in feines Pulver verwandelt wurde, der Reihe nach mit allen Lösungsmitteln behandelt werden, durch welche die Bestandtheile der incrustirenden Substanz in Lösung gebracht werden können und muß man das Holz mit Alkohol, Aether, verdünnten Säuren und Alkalien und schließlich mit einer großen Menge Wassers behandeln. Da sich Cellulose schon in sehr reiner Form in der Baumwolle, im Hollundermarke, in feiner Leinwand (Flachs) vorfindet, so gelangt man behufs der Reindarstellung von Cellulose weit leichter zum Ziele, wenn man einen dieser Körper an Stelle des Holzes verwendet.

Die ganz reine Cellulose zeigt unter dem Mikroskope die Structur der Pflanzentheile, aus welcher sie dargestellt wurde, und sind die einzelnen Fasern farblos; in größerer Menge erscheint die Cellulose rein weiß. In den gewöhnlichen

Lösungsmitteln vollkommen unlöslich und auch in Säuren und Alkalien nur unter gleichzeitiger chemischer Veränderung löslich, löst sich die Cellulose in einer Lösung von Kupferoxyd-Ammoniak ohne Veränderung auf und kann aus der Lösung durch Zusatz von Säuren, Salzlösungen, Gummi- und Zuckerlösungen als weiße, structurlose Maße wieder gefällt werden.

Die reine Cellulose zeigt genau dieselbe Zusammensetzung wie das Stärkemehl $C_6 H_{10} O_5$, hat aber andere physikalische und chemische Eigenschaften — beide Körper sind isomer. Nachdem das Stärkemehl jener Körper zu sein scheint, aus welchem sich in der lebenden Pflanze alle in derselben vorkommenden stickstofffreien Verbindungen bilden, so ist auch anzunehmen, daß die Cellulose ebenfalls dem Stärkemehle ihren Ursprung verdanke. Bis nun kennen wir kein Mittel, die Cellulose in Stärke überzuführen; wenn ein solches jemals gefunden werden sollte, so wäre hiermit auch sogleich die ganze Frage der Spiritusfabrikation aus Holz gelöst, indem die Stärke sehr leicht in gährungsfähigen Zucker übergeführt werden kann.

Gegen chemische Agentien verhält sich Cellulose in vielen Stücken der Stärke sehr ähnlich; durch concentrirte Schwefelsäure wird sie, wenn hierbei jede Erwärmung ausgeschlossen ist, vollständig aufgelöst und findet dann sehr rasch eine Umsetzung der Cellulose statt, wobei sie zuerst in einen anderen in seinem Verhalten gegen Jod, durch welches er blau gefärbt wird, der Stärke ähnlichen Körper, den man aus diesem Grunde Amyloid genannt hat, übergeht; das Amyloid verwandelt sich rasch in Dextrin und geht dieses durch Kochen der verdünnten Flüssigkeit in gährungsfähigen Zucker über.

Wenn wir Stärkemehl auf die gleiche Weise behandeln, so verläuft die Reaction in derselben Weise; es entsteht zuerst

eine neue Modification der Stärke, dann Dextrin, schließlich Zucker. Es sei hier bemerkt, daß es zwar im kleinen Maßstabe möglich ist, in der angegebenen Weise aus Cellulose, respektive aus Holz, Dextrin und Zucker darzustellen, daß aber dieses Verfahren im großen Maßstabe für die Zwecke der Spiritusfabrikation nicht anwendbar erscheint, da ein großer Theil der Holzsubstanz durch die Schwefelsäure verkohlt würde und der Verbrauch an Schwefelsäure ein sehr bedeutender ist.

Durch Salzsäure wird Cellulose verändert und geht hierbei in Hydrocellulose über, deren physikalische Eigenschaften jenen der Cellulose selbst gleichen, die sich aber in ihrer Zusammensetzung von der Cellulose unterscheidet; ein Theil der Cellulose wird bei der Behandlung mit Salzsäure immer in Zucker verwandelt. Nimmt man die Behandlung der Cellulose mit kochender Salzsäure vor, so findet theilweise Verkohlung statt.

Durch Einwirkung von Salpetersäure wird in der Zusammensetzung der Cellulose eine gewisse, von dem Concentrationsgrade und der Dauer der Einwirkung der Säure abhängige Menge Wasserstoff durch Nitryl (NO_2) substituirt und entstehen „Nitrocellulosen", das sind theils Verbindungen, welche entzündet, sehr heftig explodiren (Schießbaumwolle oder Pyroxylin), theils in Alkohol und Aether leicht löslich sind und beim Verdunsten des Lösungsmittels als structur- und farblose Masse (Collodium) hinterbleiben.

Beim Erhitzen an der Luft entzündet sich die Cellulose und verbrennt mit heller weißer Flamme; bei Abschluß der Luft erhitzt, liefert sie dieselben Producte, welche das Holz ergiebt, wenn man es in der gleichen Weise behandelt (anfänglich Säuren aus der Reihe der sogenannten „fetten" Säuren, später Theer und Kohle). Mit Kalihydrat geschmolzen,

entstehen neben den schon genannten Säuren hauptsächlich Oxalsäure und Kohlensäure.

Die Holzsubstanz.

Wenn man die Holzsubstanz nach ihrer Zusammensetzung untersucht, so ergiebt sich, daß dieselbe von jener der Cellulose abweicht; nach Schübler und Petersen käme der reinen Holzsubstanz die Zusammensetzung $C_5 H_6 O_3$ zu. Vergleicht man die percentische Zusammensetzung der Cellulose mit jener der Holzfaser, so zeigt letztere einen größeren Reichthum an Kohlenstoff und einen geringeren Gehalt an Sauerstoff.

	Cellulose	Holzfaser	Mittlere Zusammensetzung des Holzes
Kohlenstoff . .	44·44	52·65	49·2
Wasserstoff . .	6·17	5·25	6·1
Sauerstoff . .	49·39	42·10	44·7

Die Zusammensetzung der Substanz, welche man als „Holzsubstanz" bezeichnet, ist aber (da letztere ja ein Gemenge verschiedener Verbindungen ist) keineswegs unveränderlich, sondern schwankt bei verschiedenen Holzarten um ein Bedeutendes. Nach Chevandier zeigten bei 140° C. getrocknete Hölzer nach Abrechnung der Asche folgende Zusammensetzung:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Stickstoff	Anzahl der Analysen
Buche . .	49·89	6·07	43·11	0·93	7
	50·08	6·23	41·16	1·08	8
Eiche . .	50·64	6·03	42·05	1·28	5
	56·89	6·16	41·94	1·01	4
Birke . .	50·61	6·23	42·04	1·12	4
	51·93	6·31	40·69	1·07	3
Espe . . .	50·31	6·32	42·39	0·98	3
	51·01	6·28	41·65	1·05	2
Weide . .	51·75	6·19	41·08	0·98	2
	54·03	6·56	37·39	1·48	2

(Der Stickstoffgehalt des Holzes gehört Verbindungen an, welche im Zellsafte gelöst waren.) Die großen Schwankungen, welche man in der percentischen Zusammensetzung selbst eines und desselben Holzes beobachten kann, werden durch das verschiedene Alter der Hölzer bedingt und zeigen sich auch, wenn man die verschiedenen Theile einer Holzpflanze (Stamm-, Ast-, Wurzelholz) untersucht.

Der Saft des Holzes.

Der Stoffwechsel und die Zufuhr der Nährstoffe zu den einzelnen Organen der Pflanze wird durch eine Flüssigkeit vermittelt, welche man als den „Saft" bezeichnet. Der Saft des Holzes enthält neben Wasser und Aschenbestandtheilen eine große Reihe von Körpern in Lösung und hängt die Beschaffenheit der letzteren sowohl von der Art der betreffenden Pflanze als auch von dem Alter des betreffenden Pflanzentheiles ab. Während, wie angegeben, die Zusammensetzung der Holzfaser bei den verschiedenen Holzarten nur innerhalb gewisser Grenzen schwankt, zeigt der Saft sehr große Verschiedenheiten, indem er der Träger der charakteristischen Bestandtheile der Pflanze (Gerbstoffe, Farbstoffe, Bitterstoffe u. s. w.) ist.

Wenn man Holz verbrennt und die Asche untersucht, so kann man nur aus der Menge der nicht durch unorganische Säuren gebundenen Basen einen Schluß auf die organischen Körper ziehen, welche im Safte vorhanden und an diese Basen gebunden waren; wenn es sich aber darum handelt, den Saft der lebenden Pflanze als solchen zu untersuchen, so gewinnt man denselben am einfachsten dadurch, daß man zur Zeit, in welcher die Saftströmung in dem Holze sehr mächtig zu werden beginnt, den Stamm in geringer Höhe über dem Boden kappt und den reichlich ausfließenden Saft

sammelt. Bei manchen Pflanzen genügt es auch, den Stamm durch Anbohren zu verletzen, wie z. B. bei der Birke und beim Zuckerahorn, um bedeutende Saftmengen zu gewinnen.

So ungemein wichtig und belehrend über die Lebensvorgänge der Pflanzen derlei Untersuchungen auch sind, so liegen dieselben nur in äußerst geringer Zahl vor; nur bei gewissen Pflanzen, welche technisch wichtige Körper, z. B. Gerbstoff liefern, kennt man beiläufig den Gehalt des Saftes und der verschiedenen Pflanzentheile an diesem Körper; ebenso hat man bei manchen Culturgewächsen, z. B. am Weinstocke und an der Zuckerrübe Untersuchungen über die Zusammensetzung des Saftes in verschiedenen Vegetationsperioden ausgeführt; in Bezug auf unsere gewöhnlichen Waldbäume fehlen aber derlei Arbeiten fast gänzlich.

Der Saft des Holzes enthält neben den Aschenbestandtheilen Kohlehydrate (Zucker, Gummi), Pectinkörper und Eiweißkörper in Lösung. Zu diesen als allgemeine Bestandtheile des Holzsaftes anzusehenden Körpern kommen noch jene hinzu, welche gewissen Holzarten eigen sind, so z. B. die Gerbstoffe in den Eichen, die Harze in den Nadelhölzern, Farbstoffe in gewissen, namentlich tropischen Holzarten u. s. w. Die Mengen der im Holzsafte gelösten Stoffe ist zu verschiedenen Zeiten verschieden groß, so daß es in Bezug auf dieselben auch nicht möglich ist, ganz bestimmte Zahlenangaben zu machen; beim Eintritt der Belaubung ist der Saftstrom am lebhaftesten und nimmt im Herbste wieder in der Weise ab, daß das Holz im Winter am saftärmsten ist. Die Concentration des Saftes wechselt mit der Menge desselben und kann man etwa 4 Percent vom Gewichte des Holzes als den im Safte gelösten Stoffen angehörig betrachten.

Nachdem der Saft zum größten Theile aus Wasser besteht und, wie erwähnt, die im Holze enthaltene Saftmenge

quantitativ sehr wechselt, ist auch demzufolge der Wassergehalt des Holzes ein sehr wechselnder. Junges Holz ist reicher an Wasser, als altes; Holz, welches im Winter (zur Zeit des schwächsten Safttriebes) gefällt wurde, ist verhältnißmäßig am wasserärmsten, zur Zeit der Blattentwicklung hingegen am wasserreichsten. Ein Beispiel über das starke Schwanken des Wassergehaltes im Holze ergiebt sich aus den diesbezüglichen Untersuchungen Schübler's; nach diesen enthält

		Percent Wasser		Percent Wasser
Eschenholz . . .	Ende Januar	28·8	Anfangs April	38·6
Ahornholz . . .	„ „	33·6	„ „	40·3
Roßkastanienholz	„ „	40·2	„ „	47·1
Tannenholz . .	„ „	52·7	„ „	61·0

Der Saftgehalt des Holzes ist demnach zur Zeit des Beginnes der Vegetation am größten und erklärt sich hieraus die alte Forstregel, daß Bäume stets zu einer Zeit gefällt werden sollen, in welcher die Saftbewegung am geringsten ist, sonach im Winter. Wie außerordentlich groß übrigens die Unterschiede in den verschiedenen Holzgattungen selbst sind, geht aus den Bestimmungen des Wassergehaltes unserer einheimischen Waldbäume hervor, welche von Schübler und Hartig ausgeführt wurden, und welche zeigen, daß manche Holzgattungen doppelt so viel Wasser enthalten können, als andere. Es enthält das Holz von:

	Percent Wasser		Percent Wasser
Hainbuche	18·6	Esche	28·7
Saalweide	26·0	Birke	30·8
Ahorn	27·0	Mehlbeere	32·3
Vogelbeerbaum . . .	28·3	Eiche	34·7

	Percent Wasser		Percent Wasser
Stieleiche	35·4	Ulme	44·5
Weißtanne	37·1	Rothtanne	45·2
Roßkastanie	38·2	Linde	47·1
Kiefer	39·7	Pyramidenpappel	48·2
Rothbuche	39·7	Lärche	48·6
Erle	41·6	Weißpappel	50·6
Espe	43·7	Schwarzpappel	51·8

Die Aschenbestandtheile des Holzes sind sowohl für die Forstcultur als auch für die Industrie von hoher Bedeutung; für die erstere, indem sie beim Vermodern von Holz im Walde als Nahrung der Pflanzen dienen, für letztere, indem sie in manchen Fällen, in welchen man für das Holz als solches gar keine Verwerthung hat, das einzige Erträgniß abgeben, welches man überhaupt aus dem Forste ziehen kann.

Die Aschenbestandtheile.

Die Zusammensetzung und Menge der Asche hängt von der Holzgattung, den Theilen der Pflanze (Stamm, Aeste, Rinde) und auch theilweise von der mineralogischen Beschaffenheit des Bodens ab, auf welchem das Holz gewachsen ist; ihrer Zusammensetzung nach besteht die Holzasche in überwiegender Menge aus kohlensaurem und phosphorsaurem Kalk und Magnesia, kohlensaurem Kali und Natron nebst untergeordneten Mengen von schwefelsaurem Kali, Chlornatrium, Kieselsäure, Eisenoxyd u. s. w. Die Aschenmenge selbst unterliegt großen Schwankungen und enthält das Holz von 0·2 bis zu 5 Percent, im Durchschnitt jedoch 1 Percent Asche. Es enthält das Holz an Asche in Percenten:

	nach Berthier	nach Karsten		nach Chevandier		
		Junges Holz	Altes Holz	Stammholz	Starkes Astholz	Schwaches Astholz
Rothtanne	0·83	0·15	0·15	—	—	—
Birke . .	1·00	0·25	0·30	0·57	1·0	0·48
Kiefer . .	1·24	0·12	0·15	—	—	—
Eiche . .	2·50	0·15	0·11	1·94	1·49	1·32
Linde . .	5·00	0·40	—	—	—	—
Weißtanne	—	0·23	0·25	—	—	—
Weißbuche	—	0·32	0·35	0·73	1·54	0·72
Erle . .	—	0·35	0·40	—	—	—
Rothbuche	—	0·38	0·40	—	—	—
Espe . .	—	—	—	1·49	2·38	
Weide . .	—	—	—	2·94	3·66	

Die Zusammensetzung der Asche ist nach der Art des Holzes, von welchem sie stammt, und dem Boden, auf welchem das Holz gewachsen ist, großen Schwankungen unterworfen, wie aus den nachstehenden Analysen Hartwig's hervorgeht, so daß die Analyse einer Holzasche eigentlich nur für die bestimmte Localität, an welcher das Holz gewachsen ist, Werth hat. Es enthält die Asche von

	Buche		Tanne		
	Holz	Rinde	Holz	Rinde	Nadeln
Kohlensaures Kali	11.72	3.02	11·30	2·95	20·09
„ Natron	12·37		7·42		
Schwefelsaures Kali	3·49		—		
Kohlensauren Kalk	49·54	64·76	50·94	64·98	15·41
Magnesia	7·74	16·90	5·60	0·93	3.89
Phosphorsauren Kalk	3·32	2·71	4·43	5·03	38·36
„ Magnesia	2·92	0·66	2·90	4·18	
„ Eisenoxyd	0·76	0·46	1·04	1·04	
„ Thonerde	1·51	0·84	1·75	2·42	
„ Manganoxydul	1·59	—	—	—	
Phosphorsäure Kieselsäure	2·46	9·04	13·37	17·28	12·36

Der Wassergehalt des frisch gefällten Holzes bildet stets einen nutzlosen Ballast, sowohl für den Transport des Holzes, als auch für die Verwerthung desselben in irgend einer Weise; nachdem beim Brennen das dem Holze anhaftende Wasser verdampft werden muß und hierfür selbstverständlich eine entsprechende Menge von Wärme verbraucht wird, liefert nasses Holz nur einen geringen Heizeffect. Es ist daher allgemein üblich, das frischgefällte Holz an Ort und Stelle aufzustapeln und lufttrocken werden zu lassen.

Das Holz verliert während des Lagerns an der Luft Wasser in Dampfform und wird „lufttrocken", das heißt sein Wassergehalt sinkt auf beiläufig 18—20 Percent herab. Nachdem das Holz eine sehr hygroskopische Substanz ist, das heißt eine solche, welche begierig Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, kann der Zustand des „Lufttrockenseins" nur ein schwankender sein; nach länger andauernder warmer und trockener Witterung wird das Holz am wasserärmsten sein, wird sofort aber infolge seiner Hygroskopicität wieder an Wassergehalt zunehmen, wenn Regenwetter eintritt.

Nachdem die Verdunstung des Wassers an der Oberfläche des Holzes vor sich geht, werden Holztheile mit großer Oberfläche (dünneres Astholz) schneller austrocknen als Stücke, welche großen Durchmesser haben (Stammholz); nach 18 bis 24 Monaten ist aber der Wassergehalt der verschieden starken Stücke ziemlich gleichmäßig, dieselben sind dann vollständig „lufttrocken" geworden. Chevandier hat über diesen Gegenstand eine Untersuchung ausgeführt, deren Ergebnisse aus nachstehender Tabelle ersichtlich sind.

Holzgattung	Geklobenes Stammholz				Astholz (dickeres)				Astholz (dünneres)			
	Wassergehalt — Monate nach dem Fällen											
	6	12	18	24	6	12	18	24	6	12	18	24
Rothbuche	23·34	19·34	17·40	17·74	33·48	24·00	19·80	20·32	30·44	23·46	18·60	19·95
Eiche	29·63	23·75	20·74	19·16	31·20	26·90	24·55	21·09	32·71	26·74	23·35	20·28
Weißbuche	24·68	20·18	18·77	17·94	31·38	25·89	22·33	19·30	27·19	23·08	20·60	18·59
Birke	23·28	18·10	15·98	17·17	37·34	28·99	24·12	21·78	39·72	29·01	22·73	19·52
Zitterpappel . . .	31·00	21·55	15·87	16·77	35·69	26·01	21·85	19·44	40·45	26·22	17·77	17·92
Erle	22·37	19·17	15·27	16·72	„	„	„	„	42 43	24·09	19·06	18·05
Weide	„	„	„	„	„	„	„	„	36·44	23·13	17·12	17·58
Tanne	28·56	16·65	14·78	17·22	28·29	17·44	15·09	18·66	33·78	16·87	15·21	18·09
Fichte	29·31	28·54	15·81	17·76	36·30	17·59	15·72	17·39	41·49	18·67	15·63	17·42

Holz, welches durch lange Zeit den Einflüssen der Witterung ausgesetzt ist, verringert während des Austrocknens sein Volumen, „es schwindet“ und wird dabei rissig; infolge des steten Schwankens des Feuchtigkeitsgehaltes des Holzes nach Regen wird auch der Entwicklung der mikroskopischen Parasiten, welche das Holz so rasch zu zerstören vermögen, Vorschub geleistet und kann hierdurch in regenreichen Jahren das im Walde aufgestapelte Holz sehr bedeutend an Güte einbüßen. Es erscheint daher sehr angezeigt, das frischgefällte Holz so aufzuschichten, daß die Luft frei zwischen den Scheitern circuliren, der Regen aber nur die zu oberst liegenden Scheiter benetzen kann, also etwa in der Weise, wie man das zur Anfertigung von Faßdauben bestimmte Holz aufschichtet.

Nasses Holz liefert, wie erwähnt, beim Verbrennen nur wenig Wärme, indem ein großer Theil der bei der Verbrennung entstehenden Wärme dazu verwendet wird, das dem Holze anhaftende Wasser in Dampf zu verwandeln. Wenn es sich daher darum handelt, mittelst Holz eine heiße lange Flamme zu erzeugen, wie solche z. B. für Töpfer- und Glasöfen erforderlich ist, muß man das Holz durch künstliches Erwärmen austrocknen oder „darren“ und geschieht dies gewöhnlich in eigens hierfür erbauten Kammern, in welchen das Darren durch die von einer Feuerung abziehenden heißen Gase bewerkstelligt wird.

Das Darren muß jedenfalls bei einer Temperatur geschehen, welche noch unter 160° C. liegt, indem bei diesem Wärmegrade das Holz schon anfängt, sich zu zersetzen und hierdurch Verluste an eigentlicher Holzsubstanz eintreten würden. Nur durch langsames Darren unter 160° C. gelingt es, das Holz vollständig auszutrocknen und soll das Holz sodann auch alsbald verbrannt werden, indem es nach

kurzem Liegen an der Luft sehr bald wieder eine große Menge Wassers an sich zieht.

Die Eigenschaft des künstlich ausgetrockneten Holzes, aus der Luft rasch wieder Wasser anzuziehen, kommt nicht der Holzfaser, sondern den Körpern zu, welche im Safte gelöst waren. Da aus geschwemmtem oder geflößtem Holze infolge der langandauernden Berührung mit Wasser ein großer Theil der Saftbestandtheile ausgelaugt wird, so eignet sich derartiges Holz eigentlich mehr zum Darren, als ungeflößtes. Es darf aber hierbei nicht außer Acht gelassen werden, daß durch das Flößen des Holzes und die hierdurch bedingte Extraction der Saftbestandtheile der Heizwerth desselben im allgemeinen stark verringert wird.

Das Darren des Holzes ist eine umständliche Arbeit, welche infolge der großen Hygroskopicität des trockenen Holzes ununterbrochen fortgesetzt werden muß, indem man das aus der Darre kommende Holz sogleich verheizen muß. Es erscheint daher für solche Fabriken, in welchen unter Anwendung von Holz hohe Temperaturen hervorgebracht werden sollen, weit zweckmäßiger, das Holz soweit zu erhitzen, daß es in Braun- oder Röstholz übergeht, indem man hierbei neben einem sehr wenig hygroskopischen ausgezeichneten Brennmateriale noch sehr werthvolle Nebenproducte gewinnt.

Durch die zahlreichen Analysen, welche man mit Hölzern verschiedener Abstammung angestellt hat, ist man dahin gelangt, Zahlen bezüglich der mittleren Zusammensetzung des Holzes aufzustellen, welche wir hier folgen lassen. Es enthält

Holz	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff	Asche	Wasser
Lufttrockenes . . .	39·6	4·8	34·8	0·8	20
Wasserfreies . . .	49·5	6·0	43·5	1·0	—
Wasser- u. aschefreies	50·0	6·0	44·0	—	—

Wenn man das Holz als Kohlehydrat im eigentlichen Sinne des Wortes auffaßt, so ergiebt die Rechnung, auf vollständig ausgetrocknetes und aschefreies Holz bezogen, 49·5 Percent Wasser im chemisch gebundenen Zustande; von dem Reste mit 50·5 Percent entfallen 50 Percent auf Kohlenstoff, 0·5 Percent auf Wasserstoff, so daß die Gesammtsumme der brennbaren Stoffe 50·5 Percent oder rund die Hälfte des Holzgewichtes ausmacht. Holz, welches unmittelbar nachdem es gedarrt wurde, verbrannt wird, liefert auch einen Wärmeeffect, welcher diesem Gehalte an brennbaren Körpern entspricht; gewöhnliches lufttrockenes Holz ergiebt selbstverständlich einen weit geringeren Heizeffect, indem ein Theil der Wärme dazu verwendet werden muß, das dem Holze mechanisch anhaftende Wasser zur Verdampfung zu bringen.

Die physikalische Beschaffenheit des Holzes.

Die vorstehend angeführten Daten zeigen, daß in Bezug auf die chemische Beschaffenheit des Holzes, wenn man blos die Holzsubstanz in Betracht zieht und von den außerdem im Holze enthaltenen Körpern, wie Gerbstoff, Harz u. s. w. Abstand nimmt, die Hölzer der verschiedenen Bäume große Aehnlichkeit untereinander besitzen. Wenn man die physikalischen Verhältnisse in Betracht nimmt, so zeigen sich sehr große Verschiedenheiten und wollen wir dieselben, so weit dies für unsere Zwecke erforderlich ist, erörtern.

Das specifische Gewicht des Holzes gehört zu den wichtigsten Eigenschaften dieses Körpers, sowohl für die Berechnung der Frachtverhältnisse, als auch für die Berechnung solcher Apparate, welche zur Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege dienen. — Es zeigen sich bezüglich des specifischen Gewichtes wieder sehr erhebliche Unterschiede zwischen Holzsubstanz und Holz.

Ebenſo wie die Zuſammenſetzung der Holzſubſtanz bei den verſchiedenen Holzgattungen faſt ſtets dieſelbe iſt, zeigen ſich auch bezüglich des ſpecifiſchen Gewichtes der Hölzer nur geringfügige Unterſchiede. Wenn man Holz auf mechaniſchem Wege ſo weit verkleinert, daß die einzelnen Faſern völlig von einander getrennt werden und ermittelt das ſpecifiſche Gewicht der Subſtanz, ſo zeigt ſich dasſelbe bei den verſchiedenen Holzarten nur innerhalb enger Grenzen ſchwankend; es beträgt zwiſchen 1·46 und 1·53. Dem entſprechend ſollte ein Cubikmeter der Holzſubſtanz zwiſchen 1460 und 1530 Kilogramm wiegen.

Das Gewicht eines Cubikmeters Holz kommt im Verkehre mit Holz nur in gewiſſen Fällen in Betracht, und zwar in jenen, in welchen Holz als Schnitt- oder Werkholz verarbeitet wird; im Forſtbetriebe ſpricht man vom Raummeter und bezeichnet damit den ein Meter langen, breiten und hohen Raum, welcher mit Stamm- oder Aſtholz ſo weit ausgefüllt iſt, als dies der Form der Holzſtücke nach möglich iſt. Dieſer Umſtand bringt es ſchon mit ſich, daß das Gewicht eines Raummeters Holz weit unter jenem liegen muß, welches einem Kubikmeter Holzſubſtanz entſpricht; je kleiner die in ein Raummeter eingeſchichteten Holzſtücke ſind, deſto größer iſt in der Regel der Percentſatz des leeren, das heißt nicht von Holzſubſtanz ausgefüllten Raumes. Nach vielfachen aus der Praxis gewonnenen Erfahrungen enthält ein Raummeter an Holzſubſtanz:

	Percent		Percent		
Große Scheiter . . .	80	Holz,	20	leeren	Raum
Brenn-Scheitholz . .	65—75	„	25—35	„	„
Aſtholz (Prügelholz) .	57—72	„	28—43	„	„
Reiſigholz	15—60	„	40—85	„	„
Stockholz	42—48	„	52—58	„	„
Rinde	15—51	„	49—85	„	„

Während sonach bei sorgfältiger Schichtung des Holzes bei großen Klötzen (Stammholz) bis zu 80 Percent des ganzen Raumes von Holz ausgefüllt sind, kommen bei Reisigholz und Rinde sogar nur 15 Percent des Gesammtvolumens auf Rechnung des Holzes und müssen diese Factoren bei Berechnung des Gewichtes eines gewissen Holzvolumens (Anzahl von Raummetern) neben dem specifischen Gewichte der betreffenden Holzgattung wohl in Betracht gezogen werden.

Das specifische Gewicht eines Holzes (das Verhältniß zwischen den Gewichten gleicher Volumina Wasser und Holz) hängt von mehreren Umständen ab. Je größer die Gefäße sind, aus welchen das Holz besteht, je dünner die Wände dieser Gefäße, und je größer die zwischen den Gefäßbündeln liegenden leeren Räume sind, endlich je trockener (wasserärmer) das Holz ist, desto geringer wird das specifische Gewicht des Holzes sein und umgekehrt, und ist es aus diesen Verhältnissen erklärlich, daß Holz einer und derselben Art in Bezug auf das specifische Gewicht sehr große Verschiedenheiten zeigen kann. Obwohl junges Holz in der Regel zartere dünnwandigere Gefäße besitzt, als älteres, zeigt es doch gewöhnlich ein höheres specifisches Gewicht als dieses, da es weit wasserreicher ist.

Um daher bezüglich der Bestimmung des specifischen Gewichtes einer gewissen Holzart brauchbare Zahlen zu erlangen, wäre es nothwendig, die specifischen Gewichte einer großen Zahl von Proben des betreffenden Holzes in völlig wasserfreiem Zustande zu bestimmen und müßten diese Proben mit Hölzern verschiedenen Alters und von verschiedenen Standorten (gutem, mittelgutem und schlechtem Boden) vorgenommen werden. Erst das aus so vielen Beobachtungen gezogene arithmetische Mittel würde annähernd genau das specifische Gewicht der betreffenden Holzgattungen darstellen.

Ueber das specifische Gewicht der verschiedenen Holzgattungen liegen sehr ausführliche Untersuchungen von Karmarsch vor, aus welchen wir jene Zahlen anführen, welche auf die mitteleuropäischen Waldbäume Bezug haben.

Name der Holzgattung	Specifisches Gewicht					
	im frischen Zustande			nach dem Trocknen		
	Geringstes Gewicht	Höchstes Gewicht	Durchschnitts-Gewicht	Geringstes Gewicht	Höchstes Gewicht	Durchschnitts-Gewicht
Ahorn	0·843	0·944	0·893	0·612	0·507	0·681
Apfel	0·960	1·137	1·048	0·674	0·793	0·733
Birke	0·851	0·987	0·919	0·591	0·738	0·664
Birne	—	—	—	0·646	0·732	0·689
Buche (Rothbuche)	0·852	1·109	0·980	0·590	0·852	0·721
Eibenbaum	—	—	—	0·744	0 807	0·775
Eiche	0·885	1·062	0·973	0·650	0·920	0·785
Erle	0·809	0·994	0·901	0·423	0·680	0·551
Esche	0·778	0·927	0·852	0·540	0·845	0·692
Fichte (Rothtanne)	0·794	0·993	0·893	0·376	0·481	0·428
Föhre (Kiefer)	0·811	1·005	0·908	0·463	0·763	0·613
Kirsche	0·928	0·928	0·928	0·577	0·715	0·646
Lärche	0·694	0·924	0·809	0·473	0·565	0·519
Linde	0·710	0·878	0·794	0·439	0·604	0·522
Nuß	—	—	—	0·660	0·811	0·735
Pappel	0·758	0·956	0·875	0·353	0·591	0·472
Pflaume	—	—	—	0·754	0·872	0·813
Roßkastanie	—	—	—	0·551	0·610	0·580
Tanne (Weißtanne)	0·894	0·894	0·894	0·455	0·746	0·600
Ulme	0·878	0·941	0·909	0·558	0·671	0·619
Weide	0·715	0·855	0·785	0·392	0·530	0·461
Weißbuche	0·939	1·137	1·038	0·728	0·590	0·759
Weißdorn	—	—	—	0·871	0·871	0·871

Für die Praxis haben jene Zahlen, welche das Gewicht eines Raummeters Holz anzeigen, größeren Werth als jene Zahlen, welche das specifische Gewicht des Holzes selbst

angeben; dieselben werden am einfachsten durch directe Wägung von Proben ermittelt, können aber auch unter Berücksichtigung des in einem Raummeter von Holz nicht erfüllten Raumes (siehe oben) und des specifischen Gewichtes der betreffenden Holzgattung durch Rechnung gefunden werden.

Es wiegt demnach ein Raummeter Roth-Buchenholz in Form von Brennscheitern mit 65 bis 75 Percent Holzmasse, das mittlere specifische Gewicht des Rothbuchenholzes mit 0·721 angenommen 650 × 0·721 bis 750 × 0·721 oder 468·65 bis 540·75 Kilogramm. Nach Chevandier zeigt ein Raummeter Holz im Durchschnitte folgendes Gewicht in Kilogrammen:

Ein Raummeter Holz wiegt	Kilogramm
Steineiche (Stammholz)	380
Stieleiche „	359
Eiche (beide Arten gemischt Stammholz)	371
„ „ „ „ Astholz)	317
„ „ „ „ Reisigholz)	277
Rothbuche (Stammholz)	380
„ (Astholz)	314
„ (Reisigholz)	304
Birke (Stammholz)	338
„ (Stamm- und Astholz gemischt)	332
„ (Reisigholz)	318
„ (Reisigholz ganz dünn)	269
Weißbuche (Stammholz)	370
„ (Stamm- und Astholz gemischt)	361
„ (Reisigholz)	313
„ (Reisigholz ganz dünn)	298
Erle (Stammholz)	293
„ (Stamm- und Astholz gemischt)	291
„ (Reisigholz)	283

	Kilogramm
Zitterpappel (Stamm- und Astholz gemischt) . .	273
Weide „ „ „ „ . .	285
„ (Reisigholz)	276
Tanne (Stammholz)	277
„ (Astholz)	287
„ (Reisigholz)	312
Fichte (Stammholz)	256
„ (Astholz)	281
„ (Reisigholz)	283

Um unter Zuhilfenahme der in den vorstehenden Tabellen enthaltenen Daten das Gewicht der Holzsubstanz zu ermitteln, welche in einem Raummeter der betreffenden Holzgattung enthalten ist, wird man sich der Angaben bedienen können, welche (auf Seite 25) den Wassergehalt der Hölzer von sechs zu sechs Monaten nach der Fällung angiebt. Derartige Bestimmungen sind namentlich in jenen Fällen von Wichtigkeit, in welchen es sich darum handelt, zu ermitteln, welche Menge von Producten ein gewisses Holzquantum ergeben wird, wenn man es der trockenen Destillation unterwirft. Die Ausbeute an Kohle bei der Meilerverkohlung und die Menge der zu gewinnenden Essigsäure bei der Destillation in Retorten läßt sich auf diese Weise mit ziemlicher Genauigkeit feststellen.

Die Veränderungen des Holzes durch Einwirkung von Luft und Wasser.

Das Holz unterliegt, der Einwirkung von Luft und Wasser ausgesetzt, gewissen Veränderungen, welche mit der schließlichen Zerstörung des Holzes endigen. Unter der Einwirkung einer der genannten Agentien, des Wassers oder der Luft, allein ist Holz eine ungemein widerstandsfähige Substanz zu nennen und liegen hierfür mannigfaltige Beispiele vor.

Man hat in den egyptischen Pyramiden Mumien in Särgen aus Sykomorenholz gefunden, welche beiläufig 4000 Jahre alt sind; in der trockenen Luft erhält sich das Holz so vollkommen, daß beim Anschneiden sofort die weiße Farbe des Holzes sichtbar wird. Im Dachgespärre des ältesten Theiles der Stefanskirche zu Wien sollen sich Balken (aus Tannenholz) befinden, welche 600 Jahre alt sind — das Holz derselben ist völlig frisch, nur an der Oberfläche leicht gebräunt.

In den Resten der aus vorgeschichtlicher Zeit stammenden Pfahlbauten fand man Holzpfähle, welche während vieler Jahrtausende beständig unter Wasser gewesen sein mußten und gegenwärtig das Aussehen gewisser Braunkohlen (Lignite) zeigen, unter dem Mikroskope aber die Holzstructur vollkommen erkennen lassen. Eine ähnliche Beschaffenheit zeigten Pfähle, welche in Venedig aus dem Schlamme der Lagunen gezogen wurden und welche auch nahe an tausend Jahre im Wasser versenkt sein mußten.

Heißes Wasser wirkt hingegen sehr energisch zerstörend auf die Holzsubstanz ein; Liebig fand, daß Holz in einem Dampfkessel innerhalb des Zeitraumes einiger Wochen in eine der Braunkohle ähnliche Masse verwandelt wurde, was sich aus der erhöhten chemischen Wirkung des heißen Wassers sowie aus dem Umstande erklären läßt, daß die Mehrzahl der Kohlehydrate schon bei einer Temperatur von 120 bis 130° C. — und in einem Dampfkessel herrschen solche Temperaturen — stark verändert wird.

Holz, welches nur während einer gewissen Zeit, z. B. während des Flößens oder Schwemmens, mit Wasser in Berührung war, zeigt eine größere Widerstandsfähigkeit gegen äußere Einflüsse als nicht geflößtes und ist diese Erscheinung wohl dem Umstande zuzuschreiben, daß durch das

Wasser geradezu eine Auslaugung des Holzes stattfindet, die leicht veränderlichen Extractivstoffe aus dem Holze entfernt werden und die wenig veränderliche Holzfaser zurück bleibt.

Für die Zwecke der Verwendung des Holzes als Brennmateriale oder der Verarbeitung desselben auf chemischem Wege ist jedoch das Flößen des Holzes als ein Verfahren zu betrachten, wodurch der Werth des Holzes stark vermindert wird. Nach besonderen Versuchen, welche man hierüber angestellt hat, kann Holz innerhalb einiger Wochen über 9 Percent an Brennkraft verlieren. In der Praxis rechnet man gewöhnlich 112·3 Volumen geflößtes Holz als gleichwerthig mit 100 Volumen ungeflößten Holzes und wird dieser große Unterschied dadurch bedingt, daß geflößtes Holz auch ein geringeres Volumen besitzt als nicht geflößtes; die Schwindung infolge des Flößens beträgt im Durchschnitte 6 Percent des ursprünglichen Volumens.

Holz, welches der gleichzeitigen oder rasch aufeinanderfolgenden Einwirkung der Luft und des Wassers ausgesetzt ist, wird namentlich bei höherer Temperatur sehr rasch zerstört. Wie es scheint, beginnt die Zerstörung mit der Zersetzung der im Holze enthaltenen stickstoffhaltigen Substanz — das durch Flößen ausgelaugte und wieder getrocknete Holz ist darum haltbarer als das ungeflößte und ist wieder im Winter gefälltes Holz haltbarer als solches, welches zu einer Zeit gefällt wurde, in welcher die Gefäße reichlich mit Saft erfüllt sind.

Die beginnende Zerstörung des Holzes, das sogenannte Stockig- oder Modrigwerden, äußert sich durch das Dunklerwerden gewisser Partien des Holzes und findet man dieselben bei der mikroskopischen Untersuchung von zahllosen ungemein kleinen Organismen (Bacterien) durchsetzt, welche sich sehr

rasch vermehren und auch die Holzsubstanz selbst anzugreifen vermögen.

In chemischer Beziehung ist der Vorgang des Stockigwerdens als ein Verwesungsproceß aufzufassen, das Holz giebt während desselben beständig Kohlensäure und Wasser ab. (Die geringe Menge der vorhandenen stickstoffhaltigen Substanz wird wahrscheinlich gänzlich von den Zerstörungsorganismen verzehrt.) Gleichzeitig mit diesem, als ein vollständig verlaufender Verbrennungsproceß anzusehender Verwesungsvorgang, findet auch ein unvollkommener statt, welcher eine gewisse Aehnlichkeit mit der Verkohlung besitzt: Ein Theil der Holzsubstanz wird in der Weise verändert, daß Verbindungen entstehen, welche immer reicher an Kohlenstoff werden und demzufolge allmählich eine tiefbraune Färbung annehmen.

Diese braune Substanz, der sogenannte Humus, enthält eine große Anzahl sehr leicht veränderlicher Verbindungen (Humuskörper) und bildet meist eine erdige zerreibliche Masse. Wenn dieselbe mit feuchter warmer Luft in Berührung steht, so geht der chemische Vorgang in dem Moder mit solcher Lebhaftigkeit vor sich, daß die Temperatur der modernden Masse sehr beträchtlich steigt und letztere oft ein bläuliches Licht ausstrahlt, welches dem Leuchten des Phosphors im Dunkeln sehr ähnlich ist. Man kann diesen Vorgang in schwülen Sommernächten oft in unseren Wäldern beobachten, in den tropischen Urwäldern soll sich derselbe noch viel kräftiger wahrnehmbar machen.

Holz, welches sich unter solchen Verhältnissen befindet, daß es beständig feucht bleibt, zu dem die Luft aber wenig Zutritt hat, unterliegt dem sogenannten trockenen Modern, d. h. es wird allmälig zu einer wie Schnupftabak aussehenden Masse. Meist siedelt sich an solchem Holze aber ein Parasit — der

Holzschwamm — an, dessen Mycelium die ganze Holzmasse durchzieht und binnen sehr kurzer Zeit das Holz zerstört. Die außerordentliche Vermehrungsfähigkeit, welche der Holzschwamm mit anderen Pilzen theilt, macht es erklärlich, daß sich der Trockenmoder innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes auch auf ganz gesundes Holz übertragen und dasselbe zerstören kann.

Der Wärmeeffect des Holzes.

Als „Wärmeeffect" im Allgemeinen bezeichnet man bei den Brennmaterialien die Quantität von Wärme, welche ein bestimmter Körper beim Verbrennen hervorbringt. Da man die Wärme selbst nur an den Wirkungen messen kann, welche sie hervorbringt, so hat man nach verschiedenen Formen gesucht, um diese Wirkungen zum Ausdrucke zu bringen. Man bestimmt nach dem einen Verfahren die Wärmemenge, welche eine gewisse Gewichtsmenge des Brennstoffes, z. B. 1 Kilogramm, beim Verbrennen hervorbringt und bezeichnet dieselbe als den absoluten Wärmeeffect. Nach einer anderen Methode ermittelt man die Wärmemenge, welche ein bestimmtes Volumen des Brennstoffes liefert und erhält dann den specifischen Wärmeeffect, oder endlich, man bestimmt die Temperatur, welche der verbrennende Körper liefert, als pyrometrischen Wärmeeffect.

Um bezüglich der Wärmeeffecte der Brennstoffe eine Maßeinheit zu erhalten, hat man als solche die Wärmeeinheit oder Calorie aufgestellt und versteht hierunter jene Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 Gewichtstheil Wasser um 1° C. zu erwärmen. Wenn man daher z. B. anführt, daß ein Holz beim Verbrennen 3000 Wärmeeinheiten liefere, so heißt dies: Die Wärme, welche eine bestimmte Gewichtsmenge dieses Holzes beim Verbrennen liefert,

rasch vermehren und auch die Holzsubstanz selbst anzugreifen vermögen.

In chemischer Beziehung ist der Vorgang des Stockig werdens als ein Verwesungsproceß aufzufassen, das Holz giebt während desselben beständig Kohlensäure und Wasser ab. (Die geringe Menge der vorhandenen stickstoffhaltigen Substanz wird wahrscheinlich gänzlich von den Zerstörungsorganismen verzehrt.) Gleichzeitig mit diesem, als ein vollständig verlaufender Verbrennungsproceß anzusehender Verwesungsvorgang, findet auch ein unvollkommener statt, welcher eine gewisse Aehnlichkeit mit der Verkohlung besitzt: Ein Theil der Holzsubstanz wird in der Weise verändert, daß Verbindungen entstehen, welche immer reicher an Kohlenstoff werden und demzufolge allmählich eine tiefbraune Färbung annehmen.

Diese braune Substanz, der sogenannte Humus, enthält eine große Anzahl sehr leicht veränderlicher Verbindungen (Humuskörper) und bildet meist eine erdige zerreibliche Masse. Wenn dieselbe mit feuchter warmer Luft in Berührung steht, so geht der chemische Vorgang in dem Moder mit solcher Lebhaftigkeit vor sich, daß die Temperatur der modernden Masse sehr beträchtlich steigt und letztere oft ein bläuliches Licht ausstrahlt, welches dem Leuchten des Phosphors im Dunkeln sehr ähnlich ist. Man kann diesen Vorgang in schwülen Sommernächten oft in unseren Wäldern beobachten, in den tropischen Urwäldern soll sich derselbe noch viel kräftiger wahrnehmbar machen.

Holz, welches sich unter solchen Verhältnissen befindet, daß es beständig feucht bleibt, zu dem die Luft aber wenig Zutritt hat, unterliegt dem sogenannten trockenen Modern, d. h. es wird allmälig zu einer wie Schnupftabak aussehenden Masse. Meist siedelt sich an solchem Holze aber ein Parasit der

Holzschwamm — an, dessen Mycelium die ganze Holzmasse durchzieht und binnen sehr kurzer Zeit das Holz zerstört. Die außerordentliche Vermehrungsfähigkeit, welche der Holzschwamm mit anderen Pilzen theilt, macht es erklärlich, daß sich der Trockenmoder innerhalb eines sehr kurzen Zeitraumes auch auf ganz gesundes Holz übertragen und dasselbe zerstören kann.

Der Wärmeeffect des Holzes.

Als „Wärmeeffect" im Allgemeinen bezeichnet man bei den Brennmaterialien die Quantität von Wärme, welche ein bestimmter Körper beim Verbrennen hervorbringt. Da man die Wärme selbst nur an den Wirkungen messen kann, welche sie hervorbringt, so hat man nach verschiedenen Formen gesucht, um diese Wirkungen zum Ausdrucke zu bringen. Man bestimmt nach dem einen Verfahren die Wärmemenge, welche eine gewisse Gewichtsmenge des Brennstoffes, z. B. 1 Kilogramm, beim Verbrennen hervorbringt und bezeichnet dieselbe als den absoluten Wärmeeffect. Nach einer anderen Methode ermittelt man die Wärmemenge, welche ein bestimmtes Volumen des Brennstoffes liefert und erhält dann den specifischen Wärmeeffect, oder endlich, man bestimmt die Temperatur, welche der verbrennende Körper liefert, als pyrometrischen Wärmeeffect.

Um bezüglich der Wärmeeffecte der Brennstoffe eine Maßeinheit zu erhalten, hat man als solche die Wärmeeinheit oder Calorie aufgestellt und versteht hierunter jene Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 Gewichtstheil Wasser um 1° C. zu erwärmen. Wenn man daher z. B. anführt, daß ein Holz beim Verbrennen 3000 Wärmeeinheiten liefere, so heißt dies: Die Wärme, welche eine bestimmte Gewichtsmenge dieses Holzes beim Verbrennen liefert,

reicht bin, um eine 3000 Mal so große Gewichtsmenge Wasser um 1° C. zu erwärmen.

Genau ausgeführte Versuche ergaben, daß der Wasserstoff unter allen Körpern die größte Wärmemenge (34.462 Calorien) liefere: Kohlenstoff ergiebt 8080 Calorien und bezieht man den Wärmeeffect der Brennstoffe gewöhnlich auf den Kohlenstoff als Einheit. Unter dieser Voraussetzung stellen sich die Wärmeeffecte der verschiedenen Brennstoffe beiläufig folgendermaßen:

Wärmeeffect	des Kohlenstoffes	100
„	der Holzkohle	96
„	der Steinkohle	77
„	des Torfes	33 – 38
„	des Holzes (trocken)	46
„	„ „ (20% Wasser)	34

Nach neueren Versuchen, welche darauf abzielten, nicht den theoretischen Wärmeeffect, sondern jenen zu bestimmen, der beim Verbrennen eines Brennstoffes wirklich zur Ausnützung kommt, hat man etwas andere Ergebnisse erlangt und wurden diese Versuche mit Dampfkesseln ausgeführt, unter welchen ein bestimmtes Quantum des Brennmateriales verbrannt und gleichzeitig die Menge und Temperatur des entstandenen Dampfes gemessen wurde. Es ergaben sich hierbei Zahlen, welche etwas von den älteren abwichen und sind speciell für Holz und von demselben abstammende Producte folgende Werthe gefunden worden.

Holzkohle	liefert	7000	Wärmeeinheiten
Rothkohle	„	3980	„
Holz (gedarrt) . . .	„	3600	„
„ (20% Wassergehalt	„	2800	„

Wie früher dargelegt wurde, unterscheidet sich das Holz der verschiedenen Bäume, wenn man den Wassergehalt

abrechnet, hauptsächlich nur durch die verschieden große Menge der in ihnen enthaltenen Saft- und Aschenbestandtheile, und zeigt daher völlig trockenes Holz (z. B. solches, welches unmittelbar vor dem Verbrennen gedarrt wurde) nahezu den gleichen Wärmeeffect. Je größer die Wassermenge ist, welche ein Holz enthält, desto geringwerthiger ist dasselbe als Heizmateriale, denn es muß eine entsprechend große Wärmemenge verwendet werden, um das dem Holze anhaftende Wasser zur Verdampfung zu bringen und kann nur der noch verfügbare Rest der Gesammt-Wärmeleistung für Heizzwecke ausgenützt werden.

Versuche über den Wärmeeffect verschiedener Hölzer ergaben folgende Werthe:

Holzart (lufttrocken)	Wärmeeinheiten	Wärmeeffect (specifischer) (Kohlenstoff = 100)
Weißbuche	3100	28
Steineiche	2400—3000	26
Esche	3000—3500	24
Ahorn	3600	23
Rothbuche	3300—3600	24
Kiefer	—	20
Weide	—	19
Fichte	2800—3700	19
Linde	3400—4000	18
Schwarzpappel . . .	3400—3700	14
Birke	—	23
Tanne	—	19

Als mittlere Heizwerthe liefert Holz im Allgemeinen:

	Wärmeeffect	Kohlenstoff = 100
Holz, hartes, vollkommen trocken	4144	—
„ weiches, „ „	4236	—
„ im Durchschn. „ „	4170	—
„ lufttrocken (15% Wasser)	3550	36
„ . . . . (10% „	4100	41
„ gedarrtes	4700	47

Wenn man den Wärmeeffect eines gewissen Volumens Holz, wie dasselbe im Walde aufgeklaftert wird, bestimmen will, muß man bei der Berechnung selbstverständlich darauf Rücksicht nehmen, daß ein gewisser Percentsatz des cubischen Inhaltes nicht mit Holzsubstanz erfüllt ist und daß das Holz der Zeit nach der Fällung entsprechend, verschiedene Mengen von Wasser enthält. Derartige Berechnungen haben stets nur ziemlich geringen Werth und ist es, um genaue Resultate zu erhalten, weit mehr zu empfehlen, durch wiederholte Wägungen das Durchschnittsgewicht eines Raummeters Holz zu ermitteln und über den Verbrauch an Holz für eine gewisse Wärmeleistung, z. B. Heizung eines Dampfkessels, genaue Aufschreibungen zu führen.

Die physikalische Beschaffenheit der verschiedenen Holzarten bedingt gewisse Verschiedenheiten der Vorgänge beim Verbrennen derselben. Entzündet man große Scheiter von Holz, namentlich von dichten schweren Hölzern, so findet nur an der Oberfläche Verbrennung statt; durch die hierbei entwickelte Wärme wird die innen befindliche Holzmasse trocken destillirt und gelangen die Destillationsproducte an der Oberfläche zur Verbrennung, wobei sie den Holzklotz mit Flammen umgeben — nachdem diese erloschen sind, hinterbleibt die glühende Kohle und verbrennt diese langsam aber unter Entwicklung intensiver Hitze.

Bei leichten, wenig dichten Hölzern verläuft die trockene Destillation sehr rasch, und bildet der mächtige Strom der sich entwickelnden Destillationsproducte eine lange, heiße Flamme; die schließlich hinterbleibende lockere Kohle wird ebenfalls schnell verbrannt. Es ergiebt sich hieraus von selbst, daß für verschiedene Heizzwecke entweder weiches oder hartes Holz besser geeignet ist. In jenen Fällen, in welchen es sich um die Hervorbringung der höchsten Temperaturen in einem

verhältnißmäßig großen Raume handelt, z. B. in einem Porzellanofen, wendet man am zweckmäßigsten weiches, dünngespaltenes und gedarrtes Holz an, indem dieses außerordentlich rasch verbrennt und eine sehr lange und heiße Flamme liefert; hartes, in gleicher Weise zubereitetes Holz, namentlich wenn es sehr dünn gespalten ist, giebt zwar auch so hohe Temperaturen als das weiche, aber keine so lange Flamme wie dieses. Falls man gezwungen ist, Oefen zu heizen, welche sehr heiße und lange Flammen benöthigen, und nur harte, schwere Hölzer zur Verfügung stehen, ist es sehr angezeigt, diese in das später zu beschreibende Röstholz (auch Rothholz genannt) zu verwandeln, indem das Röstholz vermöge seiner eigenthümlichen Beschaffenheit wegen ebenfalls sehr heiße und lange Flammen liefert.

III. Der Einfluß höherer Temperaturen auf das Holz.

Wenn man Holz höheren Temperaturen aussetzt, so finden Vorgänge statt, welche sehr verschieden von einander sind, je nachdem die Luft zu dem Holze Zutritt hat oder von dem Holze abgeschlossen ist. Im ersteren Falle wird durch die gesteigerte Wärme die Einwirkung des Sauerstoffes so mächtig, daß die sich Anfangs beim Erhitzen des Holzes entwickelnden dampfförmigen Producte sofort mit so viel Sauerstoff als möglich vereinigen oder verbrennen. Nachdem das Holz aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff besteht, so können die Producte, welche sich bei der vollständigen Verbrennung des Holzes ergeben, nur Kohlensäure und Wasser sein.

Schließt man Holz in entsprechend geformte Gefäße ein und erhitzt es, so kann infolge des Fehlens von

Sauerstoff keine Verbrennung stattfinden, sondern es stellt sich jener Vorgang ein, welchen man mit dem Namen der trockenen Destillation bezeichnet. Bei der trockenen Destillation wirken die Elementarbestandtheile des Holzes: Kohlenstoff, Wasserstoff und chemisch gebundener Sauerstoff auf einander und hängt die Art der hierbei entstehenden Verbindungen vor Allem von der Temperatur und der Zeit ab, welche vom Beginn der Operation an verläuft, bis der Inhalt der Gefäße auf diese Temperatur gebracht ist.

Nimmt man nämlich die trockene Destillation in der Weise vor, daß man das Holz so langsam erwärmt, daß die Temperatur innerhalb eines Zeitraumes von mehreren Stunden höchstens auf 350° C. kommt, so erhält man Destillationsproducte, welche fast sämmtlich Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten und bei gewöhnlicher Temperatur entweder flüssig oder fest sind; erst wenn man die Temperatur von 300° C. überschreitet, treten auch Verbindungen, welche blos aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen, in reichlicherer Menge auf.

In ganz anderer Weise gestaltet sich der Vorgang, wenn man das Holz so rasch als nur möglich auf eine sehr hohe Temperatur bringt, wie dies geschieht, wenn man kleingespaltenes Holz in einen stark glühenden Eisencylinder schiebt und diesen bis auf eine Oeffnung, welche zur Abfuhr der Destillationsproducte dient, verschließt. Unter diesen Verhältnissen verläuft der Vorgang der trockenen Destillation in der Weise, daß sich hauptsächlich Producte bilden, welche aus Kohlenstoff und Wasserstoff bestehen und bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig sind.

Der große Unterschied, welcher zwischen der Art der Zersetzung des Holzes durch langsames und durch rasches Erwärmen besteht, ergiebt sich aus einem Versuche Violette's

am deutlichsten: 100 Gewichtstheile Holz, welche langsam erhitzt wurden, bis endlich nach 6 Stunden die Temperatur von 432° C. erreicht war, lieferten 18·87 Gewichtstheile Kohle, indeß 100 Gewichtstheile desselben Holzes, nachdem sie in ein schon auf 432° C. erwärmtes Gefäß gebracht wurden, nur 8·96 Gewichtstheile Kohle, also weniger als die Hälfte der beim erstmaligen Versuche erzielten Kohlenmenge lieferten.

Nachdem die im Holze vorhandenen Mengen von Wasserstoff und Sauerstoff nicht hinreichend sind, um allen im Holze enthaltenen Kohlenstoff in flüchtige Verbindungen überzuführen, muß nothwendiger Weise dieser Rest des Kohlenstoffes als Kohle in dem Destillationsgefäße zurückbleiben und ergiebt sich sohin, in welcher Weise man auch die Destillation geführt hat, in den Gefäßen ein Rückstand, welcher aus „Kohle" besteht. Es sei schon hier bemerkt, daß man abgesehen von den Aschenbestandtheilen des Holzes, welche mit der Kohle in den Destillationsgefäßen hinterbleiben, die Kohle nicht als reinen Kohlenstoff betrachten darf, sondern stets nur als einen Körper, welcher neben sehr großen Mengen von Kohlenstoff immer eine gewisse Menge von Wasserstoff und Sauerstoff enthält, und zwar um so mehr, je weniger hoch die Temperatur während der ganzen Operation gesteigert wurde.

Die Verwerthung des Holzes durch trockene Destillation ist unstreitig jenes Verfahren, nach welchem durch Verarbeitung des Holzes auf chemischem Wege der größte Gewinn gezogen werden kann und erscheint es darum von Wichtigkeit, die hierbei stattfindenden Vorgänge sehr eingehend zu schildern. Nachdem die trockene Destillation des Holzes nach dem Verfahren, welches die schnellstmögliche Zersetzung des Holzes durch sehr rasches Erhitzen bezweckt, nur in einem gewissen

speciellen Falle von Wichtigkeit ist, nämlich in jenem, in welchem es sich um die Darstellung von Leuchtgas aus dem Holze handelt, wollen wir vorerst das Verhalten des Holzes in dem Falle schildern, in welchem man die trockene Destillation langsam ausführt.

Bringt man Holz in ein geschlossenes Gefäß, welches mit einem Abzugrohre für die Destillationsproducte versehen ist, und erwärmt es in der Weise, daß die Temperatur der ganzen Holzmasse so gleichförmig als nur möglich gesteigert wird, so wird vorerst das blos mechanisch gebundene Wasser ausgetrieben und kann man das Holz bis auf etwa 150° C. erhitzen, ehe es sich zu zersetzen beginnt. Wie die unten angeführten Versuche Violette's gezeigt haben, ist sogar ein länger andauerndes Erhitzen des Holzes bis nahe 150° C. erforderlich, um alles dem Holze nur mechanisch anhängende Wasser zu entfernen.

Wenn es sich darum handelt, die trockene Destillation des Holzes so zu leiten, daß hierbei auf die größtmögliche Ausbeute an Kohle Rücksicht genommen wird, so erscheint es sehr wichtig, Anfangs das Holz nur sehr mäßig zu erwärmen, um vorerst alles mechanisch gebundene Wasser auszutreiben. Ist nämlich in gewissen Partien des Holzes noch Wasser vorhanden, während andere schon verkohlt sind, so wirkt der glühende Kohlenstoff zersetzend auf den Wasserdampf ein, es entstehen Wasserstoffgas und Kohlenoxydgas und wird die Ausbeute an Kohle hierdurch vermindert.

Nachdem das Holz bekanntlich ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, so ist bei der Verarbeitung größerer Mengen von Holz durch trockene Destillation selbst bei der größten Vorsicht nicht zu umgehen, daß der eben geschilderte Vorgang eintritt, und muß man daher bestrebt sein, denselben wenigstens in so geringem Maße als nur möglich eintreten zu

lassen, was, wie erwähnt wurde, durch sehr langsames Steigern der Wärme geschehen kann.

Sobald die Temperatur von 150° C. nur um Weniges überschritten wird, beginnt die Zersetzung der Holzsubstanz selbst; wenn dieselbe so verlaufen würde, daß der vorhandene Wasserstoff sich mit dem Wasserstoff zu Wasser vereinigte, so würde man eine Ausbeute an Kohle erhalten, welche etwa 40 Percent des Holzgewichtes ausmacht; wie erwähnt, ist dies aber nicht der Fall, sondern gruppiren sich alle drei Elementarbestandtheile des Wassers zu verschiedenen Verbindungen.

Während bis zu 150° C. aus dem Holze nur Wasser abdestillirt, zeigt sich bei 160° C. die durch Verdichtung der Dämpfe erhaltene Flüssigkeit schwach gelblich gefärbt und besitzt einen eigenthümlichen aromatischen Geruch und kaum merkbaren bitteren Geschmack. Die Menge der aus dem Holze zwischen 150 und 160 Grad entweichenden flüchtigen Producte beträgt schon 2 Percent vom Gewichte des wasserfreien Holzes; zwischen 160 und 170° C. steigert sich dieselbe schon auf 5·5 Percent, zwischen 170 und 180° C. auf 11·4 Percent u. s. w, bis bei 280° C. schon 63·8 Percent flüchtiger Stoffe entwichen sind und der Retorteninhalt demnach nur mehr 36·2 Percent vom ursprünglichen Holzgewichte beträgt.

Jene Producte, welche sich aus dem Holze innerhalb der angegebenen Temperaturgrenzen von 150 bis 280° C. bilden, sind die werthvollsten unter den bei der trockenen Destillation zu erhaltenden und bestehen hauptsächlich aus Säuren, welche der Reihe der sogenannten fetten Säuren angehören; mit Sicherheit hat man nachgewiesen: Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Valeriansäure und Capronsäure; es ist wahrscheinlich, daß die höheren Glieder dieser

Säurereihe bei der trockenen Deſtillation des Holzes erſt bei höheren Temperaturen entſtehen, indeß Anfangs hauptſächlich Eſſigſäure gebildet wird.

Neben dieſen Säuren tritt als ein gleichfalls ſehr wichtiges Product der trockenen Deſtillation: der Methylalkohol auf und bildet ſich anfänglich eine gewiſſe Menge von Kohlenſäure, der ſich in dem Maße, in welchem die Temperatur ſteigt, auch Kohlenoxyd beimengt.

Außer den genannten Körpern, die zwiſchen 150 und 280° C. entſtehen, tritt aber noch eine Reihe anderer auf, die theils durch die Wechſelwirkung der neugebildeten Verbindungen aufeinander zu Stande kommen, theils aber auch dadurch entſtehen, daß die Temperatur an manchen Stellen der in Zerſetzung begriffenen Holzmaſſe viel höher ſteigt und die weitere Zerſetzung der dampfförmigen Producte veranlaßt. Nachdem dieſe Producte weniger Werth haben als die Säuren und der Methylalkohol, ergiebt ſich hieraus neuerdings ein Hinweis darauf, daß in dem Falle, in welchem es ſich um die Gewinnung der letztgenannten Producte handelt, die Temperatur in den Deſtillationsgefäßen ſo gleichförmig als möglich geſteigert werden ſoll. Da wir bei der Schilderung der Darſtellung des Holzeſſigs auf dieſe Zerſetzungsproducte ausführlich zurückkommen müſſen, ſei hier nur erwähnt, daß dieſelben hauptſächlich aus Aceton, Furfurol u. ſ. w. beſtehen.

Mit der Erreichung der Temperatur von 280° C. iſt eine Periode eingetreten, welche man in Bezug auf die bei der Zerſetzung des Holzes durch Wärme entſtehenden Producte gewiſſermaßen als einen Wendepunkt betrachten kann; es bilden ſich von dieſer Temperaturgrenze an nur mehr geringe Mengen von Verbindungen, welche aus Kohlenſtoff, Waſſerſtoff und Sauerſtoff beſtehen und treten nunmehr hauptſächlich Kohlenwaſſerſtoff-Verbindungen auf; es bildet

sich Sumpfgas, Aethylen, Acetylen, Butylen und dauert diese Periode der Gasbildung ungefähr bis die Temperatur auf 350° C. gestiegen ist.

Die Menge der flüchtigen Producte, welche sich zwischen 280 und 350° C. aus dem Holze entwickeln, ist dem Gewichte nach eine geringe zu nennen, indem, wie erwähnt, bis zu 280° C. beiläufig 63·8 Percent, bis zu 350 aber 70·3 Percent flüchtiger Stoffe entweichen, so daß innerhalb der 70° C. von 280 bis zu 350° C. nur 6·5 Gewichtspercente an Destillationsproducten abgehen; in Bezug auf den Raum, welchen dieselben aber einnehmen, bilden sie das größte Quantum aller während der trockenen Destillation entstehenden Körper, indem sich aus einem Volumen Holz etwa 80 bis 90 Volumen Gas entwickeln können und der größte Theil dieser Gasmenge auf die zwischen 280 und 350° C. liegende Zersetzungsperiode entfällt.

Schon von 350° C. angefangen beginnen sich Destillationsproducte zu verflüchtigen, welche nach der Verdichtung dickflüssig und breiartig erscheinen und fast gänzlich aus Kohlenwasserstoffen bestehen, welche bei gewöhnlicher Temperatur theils flüssig, theils fest sind; diese Producte sind Benzol, Toluol, Carbolsäure, Paraffin; an Gasen tritt in den höheren Temperaturen fast nur Sumpfgas und Wasserstoff auf und kann man für die gewöhnlichen Fälle die Zersetzung des Holzes durch Wärme bei einer Temperatur von etwa 430° C. als abgeschlossen betrachten, indem bei höheren Temperaturen nur mehr eine verhältnißmäßig geringe Menge von Destillationsproducten gewonnen wird.

Bis zur Temperatur von 430° C. erhält man nämlich etwa 81 Percent flüchtiger Stoffe aus dem Holze; von 430° C. angefangen bis zu 1500° C. nur 82·7 Percent, somit nur eine Mehrausbeute von 1·7 Percent.

Man kann nach der eben gegebenen Darstellung hauptsächlich drei Perioden der Zersetzung des Holzes durch Wärme unterscheiden, und zwar von 150° C. bis 280° C. die Periode der saueren wässerigen Producte, von 280 bis zu 430° C. die Perioden der gasförmigen Producte und der flüssigen und festen Kohlenwasserstoffe. Man darf sich aber die eben angegebenen Temperaturgrenzen nicht als absolute vorstellen, sondern nur als solche, welche eine beiläufige Abgrenzung der Destillationsproducte von einander geben; selbst bei Versuchen im ganz kleinen Maßstabe und unter Anwendung sehr genau regulirbarer Wärmequellen tritt an den verschiedenen Stellen der Holzmasse die Zersetzung nicht gleichförmig ein und treten daher schon bei Temperaturen, welche unter der eigentlichen Grenze jener Periode liegen, welche wir als die Periode der Gasentwicklung bezeichnet haben, Gase in ziemlichen Mengen auf und sind dem wässerigen Destillate auch schon Tropfen der dickflüssigen Producte (Theer) beigemengt, welche erst in reichlicher Menge gegen Ende der ganzen Destillation auftreten.

Nachdem bei langsam gesteigerter Temperatur die Zersetzung des Holzes in der Weise verläuft, daß sich sowohl die saueren Verbindungen als auch die flüssigen und festen Kohlenwasserstoffe in verschiedenen Zeitabschnitten bilden und auch die Ausbeute an guten Kohlen die größte ist, welche sich überhaupt erzielen läßt, so kann kein Zweifel darüber bestehen, daß nur das Verfahren der trockenen Destillation des Holzes, bei welchem die Temperatur sehr allmählich gesteigert wird, das allein für die Praxis anzuempfehlende sei.

Die Untersuchungen von Violette.

Wir verdanken dem französischen Chemiker Violette eine Reihe ausgezeichnet ausgeführter Untersuchungen über

die Veränderungen, welche das Holz in der Wärme erleidet, und wurden diese Untersuchungen ganz besonders zu dem Zwecke ausgeführt, zu ermitteln, unter welchen Verhältnissen die für die Pulver-Fabrikation geeignetste Kohle entsteht. Violette verwendete für seine Versuche Faulbaumholz, welches eine zur Pulver-Fabrikation besonders geeignete Kohle liefert; man kann aber diesen Versuchen ziemlich allgemeine Giltigkeit für jede Holzgattung zuschreiben, indem die Zusammensetzung des vollkommen trockenen Holzes bei allen Holzgattungen dieselbe ist und nur die Menge der in dem Holze vorhandenen Extractivstoffe unwesentliche Unterschiede in den Ergebnissen bei den einzelnen Holzgattungen hervorrufen dürfte.

Violette's Untersuchungen über die Veränderungen des Holzes in höheren Temperaturen.

Nr.	Gewichtsverlust beim Trocknen bei 150° C.	Temperatur, welcher das Holz ausgesetzt wurde in ° C.	100 Gewichtstheile des wasserfreien Holzes entwickelten flüchtige Stoffe	100 Gewichtstheile des wasserfreien Holzes ergaben an Rückstand im Destillationsgefäße	
1	15·00	160	2·00	98·00	Braunkohlen
2	17·17	170	5·45	94·55	
3	14·04	180	11·41	88·59	
4	14·36	190	18·01	81·99	
5	17·28	200	22·90	77·10	
6	15·40	210	26·86	73·14	
7	15·80	220	32·50	67·50	
8	12·73	230	44·63	55·37	
9	15·58	240	49·21	50·79	
10	13·16	250	51·33	49·57	
11	14·76	260	58·77	40·23	
12	12·91	270	62·86	37·14	
13	14·94	280	63·84	36·16	Rothkohlen
14	14·43	290	65·91	34·09	
15	13·69	300	66·39	33·61	
16	12·54	310	67·13	32·87	
17	12·52	320	67·77	32·23	
18	14·48	330	68·23	31·77	

Nr.	Gewichtsverlust beim Trocknen bei 150° C.	Temperatur, welcher das Holz ausgesetzt wurde in ° C.	100 Gewichtstheile des wasserfreien Holzes entwickelten flüchtige Stoffe	100 Gewichtstheile des wasserfreien Holzes ergaben an Rückstand im Destillationsgefäße	
19	14·38	340	68·47	31·53	
20	16·37	350	70·34	29·66	
21	12·98	432	81·13	18·87	Schwarzkohlen
22	13·90	1023	81·25	18·75	
23	13·90	1100	81·60	18·40	
24	13·84	1250	82·06	17·94	
25	14·60	1300	82·54	17·46	
26	14·60	1500	82·69	17·31	
27	14·60	Schmelzpunkt des Platins	85·00	15·00	

Aus den Colonnen, in welchen die Mengen der Destillationsproducte und die Beschaffenheit der gewonnenen Kohlen angegeben sind, läßt sich in der Praxis leicht ermitteln, bis zu welcher Temperatur das Erhitzen gesteigert werden muß, je nachdem man vorzugsweise die Gewinnung von Holzessig und Röstholz oder Holzessig, Theer und Schwarzkohle beabsichtigt. Nachdem man die letztere auch dann erhält, wenn man das Holz anfangs langsam bis auf etwa 300° C. erhitzt und dann die Temperatur schnell bis auf etwa 430 Grad steigert, so ist auch in dem Falle, in welchem auf die Darstellung guter Schwarzkohle das Schwergewicht gelegt wird, die gleichzeitige Gewinnung von Holzessig möglich.

Die Eigenschaften der Holzkohlen.

Welcher auch der Zweck sein möge, für den die durch Verkohlung des Holzes gewonnenen Kohlen verwendet werden sollen, eine wesentliche Eigenschaft, welche man von einer guten Kohle verlangt, ist die der gleichförmigen Beschaffenheit; leider ist es weit schwieriger als man glauben sollte, diese vollständige Gleichförmigkeit der Kohlen zu erzielen,

und liegt die Ursache hiervon in der schlechten Wärmeleitungsfähigkeit des Holzes, respective der Holzkohlen selbst.

Man findet daher in Gefäßen, in welchen die Verkohlung einer größeren Menge von Holz in ziemlich kurzer Zeit durchgeführt wurde, nicht selten neben Stücken von glänzend schwarzer klingender Kohle auch solche, welche noch ganz entschiedene Rothkohlen sind, ein Beweis dafür, daß letztere nicht auf jene Temperatur erwärmt wurden, welche zur Bildung von Schwarzkohle erforderlich ist. Noch schwieriger als in geschlossenen Gefäßen ist es, in Meilern die gleichförmige Temperatur zu erzielen und kann man in einem ausgebrannten Meiler oft Holz in allen Stadien der Zersetzung durch Wärme beobachten.

Um dieser Ungleichförmigkeit in der Beschaffenheit der Kohle so viel möglich auszuweichen, soll man es sich daher zur Regel machen, immer nur Scheite oder Aeste von ziemlich gleichem Durchmesser und gleichem Trockenheitsgrade gleichzeitig der Verkohlung zu unterziehen, und das Holz in den Destillirgefäßen oder Meilern so zu schichten, daß jedes Holzstück so viel möglich von den heißen Dämpfen und Gasen, welche sich aus dem zuerst zersetzten Holze entwickeln, umspült werde.

Es ist abermals eine umfassende Untersuchung Violette's, welche uns über die chemische Beschaffenheit jener Zersetzungsproducte des Holzes, die man mit dem Gesammtnamen Holzkohle bezeichnet, Aufschluß gegeben hat. Nach den betreffenden Analysen lassen sich diese Producte in vier Gruppen gliedern und können wir noch die aus dem Röstholz hervorgehenden Producte ihrer Farbe nach als rothe, braune, mattschwarze und glänzend schwarze Kohlen bezeichnen. Der Unterschied in der chemischen Zusammensetzung der Endglieder dieser Gruppe ist aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich:

	Erhitzt bis	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff, Stickstoff u. Verlust	Asche
Trockenes Holz . . .	150°	47·5105	6·1200	46·2900	0·0800
Röstholz	260°	67·8905	5·0380	26·4935	0·5595
Rothe Kohlen	280°	72·6395	4·7050	22·0975	0·5680
Braune Kohlen . . .	320°	73·5735	4·8305	21·0860	0·5185
Mattschwarze Kohlen	340°	75·2020	4·4065	19·9620	0·4775
Glänzend schwarze „	432°	81·6435	1·9610	15·2455	1·1625

Wie schon aus dieser Zusammenstellung, noch mehr aber aus der vollständigen Untersuchungsreihe, welche wir unten folgen lassen, ersichtlich ist, geht die Zersetzung des Holzes nicht in der Weise vor sich, daß unter gleichmäßiger Zunahme des Kohlenstoffgehaltes auch eine eben so stetige Abnahme im Gehalte an Wasserstoff und Sauerstoff stattfindet, was eben darauf hinweist, daß in den bei gewissen Temperaturen in den Kohlen vorhandenen Verbindungen die chemischen Affinitäten zwischen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff verschieden große sind, und je nachdem eine derselben überwiegt, bei weiterer Temperaturerhöhung eine größere Menge des einen oder des anderen Körpers in Form von flüchtigen Verbindungen in Freiheit gesetzt wird. Wie aus dem Verhalten von Kohle, welche über 1500° bis zur Schmelzhitze des Platins erhitzt wurde (vergleiche die folgende Tabelle), ersichtlich, ist die Affinität des Wasserstoffes zum Kohlenstoff in dieser hohen Temperatur weit höher als die des Sauerstoffes, indem auf 96·5170 Percent Kohlenstoff noch immer die verhältnißmäßig große Menge von 0·6215 Percent Wasserstoff (gegen ursprüngliche 6·1200 Percent) und die kleine Menge 0·9360 Percent Sauerstoff (gegen ursprünglich 46·290 Percent) im trockenen Holze vorhanden ist.

Violette's Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der bei verschiedenen Temperaturen erzielten Kohlen:

Nr.	Temperatur, welcher das Holz ausgesetzt wurde Grad Celsius	100 Theile der Rückstände in den Destillationsgefäßen Brände bis Schwarzkohlen ergaben an Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff, Stickstoff, Verlust	Asche
1	150	47·5105	6·1200	46·2900	0·0800
2	160	47·6055	6·0645	46·2710	0·0850
3	170	47·7750	6·1950	45·9535	0·0980
4	180	48·9360	5·8400	45·1230	0·1170
5	190	50·6145	5·1150	44·0625	0·2215
6	200	51·8170	3·9945	43·9760	0·2265
7	210	53·3735	4·9030	41·5380	0·2000
8	220	54·5700	4·1505	41·3936	0·2170
9	230	57·1465	5·5080	37·0470	0·3145
10	240	61·3070	5·5070	32·7055	0·5150
11	250	65·5875	3·8100	28·9670	0·6320
12	260	67·8905	5·0380	26·4935	0·5595
13	270	70·4535	4·6415	24·1920	0·8555
14	280	72·6395	4·7050	22·0975	0·5680
15	290	72·4940	4·9810	21·9290	0·6100
16	300	73·2360	4·2540	21·9620	0·5690
17	310	73·633	3·8295	21·8125	0·7440
18	320	73·5735	4·8305	21 0860	0·5185
19	330	73·5515	4·6260	21·3330	0·4765
20	340	75·2020	4·4065	19·9620	0·4775
21	350	76·6440	4·1360	18·4415	0·6130
22		81·6435	1·9610	15·2455	1·1625
23	432	81·9745	2·2975	14·1485	1·5975
24	1020	83·2925	1·7020	13·7935	1·2245
25	1110	88·1385	1·4150	9·2595	1·1990
26	1350	90·8110	1·58350	6·4895	1·1515
27	1500	94·5660	0·7395	3·8405	0·6640
28	über 1500	96·5170	0·6215	0 9360	1·9455

Die physikalischen Eigenschaften der bei verschiedenen Temperaturen dargestellten Kohlen weichen weit von einander ab; da es diese Verschiedenheiten sind, welche die

Anwendbarkeit oder Nichtanwendbarkeit der Kohlen für gewisse Zwecke bedingen, müssen wir uns etwas näher mit denselben beschäftigen. Wenn wir es versuchen, die Eigenschaften der bei verschiedenen Temperaturen erzielten Kohlen im Allgemeinen festzustellen, so gelangen wir zu folgenden Sätzen:

1. Je höher die Temperatur war, bei welcher eine Kohle dargestellt wurde, desto größer wird ihr specifisches Gewicht; 2. desto dunkler wird ihre Farbe; 3. desto besser leitet sie Wärme und Elektricität; 4. desto weniger Wasser vermag sie zu absorbiren; 5. desto höher ist die zu ihrer Entzündung erforderliche Temperatur; 6. um so mehr nähert sie sich in Bezug auf ihrem Heizwerth dem reinen Kohlenstoff.

Die nachstehenden Tabellen geben die Zahlenbelege für die Richtigkeit dieser Sätze.

Specif. Gewicht der bei —° C. dargestellten Kohlen:

Nach Violette.

Kohle von Faulbaumholz.

Temperatur	Spec. Gewicht
150	1·507
170	1·490
190	1·470
210	1·457
230	1·416
250	1·413
270	1·402
290	1·406
310	1·422
330	1·428
350	1·500
440	1·709
1025	1·841
1250	1·862
1500	1·869

NB. Die Kohlen waren durch Einlagern in Wasser von Luft befreit.

Nach Hassenfratz.

Kohle von	Spec. Gew.
Birke	0·203
Esche . . .	0·200
Rothbuche .	0·187
Weißbuche .	0·183
Ulme . . .	0·180
Rothtanne .	0·176
Ahorn . . .	0·164
Eiche . . .	0·155
Birnbaum .	0·152
Ellern . . .	0·134
Linden . . .	0·160

NB. Die Kohlen waren mit Luft erfüllt.

Leitungsfähigkeit der bei —° C. dargestellten Kohlen (Leitungsfähigkeit des Eisens = 100.

Temperatur
160—59
200—60
250—60
300—61
1000—64
1250—65
1500—66

Absorptionsfähigkeit der bei —° C. dargestellten Kohlen

Temperatur	Wasseraufnahme
150° C.	20–21 Perc.
200° „	10—11 „
250° „	7— 8 „
300° „	7— 8 „
350° „	5— 6 „
400° „	4— 5 „
1000° „	4— 5 „
1500° „	2— 3 „

Entzündungs-Temperatur der bei —° C. dargestellten Kohlen

Temperatur	Entzündungs-Temperatur
260—280° C.	340—360° C.
290–350° „	360—370° „
432° „	400° „
1000—1500° „	600—800° „
2500° „	1250° „

Anmerkung. 432° C. = Schmelzpunkt des Antimons, 1020° des Silbers, 1100° des Kupfers, 1250° des Goldes, 1300° des Stahles, 1500° des Eisens, 2500° des Platins.

Volumsverminderung des Holzes bei der Umwandlung in Kohle.

100 Volumen Holz von		Nach Beschoren Volumen Kohle	Nach Berg
Eiche	geben	71·8	52·655
Rothbuche	„	73·0	52 655
Birke	„	68·5	65·68
Weißbuche	„	57·2	
Föhre	„	63·6	60·64
Fichte	„		65·74

Nach Hjelm findet die Volumsverminderung des Holzes bei der Verkohlung in folgender Weise statt:

Holz von der	Zustand	verliert in Percenten an Länge	Breite	Dicke
Eiche	trocken	15·00	25·0	25·0
„	grün	12·50	12·5	25·0
Birke	trocken	13·75	25·0	25·0
„	grün	17·50	25·0	25·0
Fichte . . .	trocken	18·75	25·0	25·0
„	grün	18·75	25·0	25·0
Tanne . . .	trocken	15·00	25·0	25·0
„ . . .	grün	13·75	12·5	—

Eine zwischen 270 und 300° C. dargestellte Kohle (Rothkohle) ist nur wenig hygroskopisch, sie entzündet sich schon bei niederer Temperatur und enthält nach der auf S. 53 angeführten Analyse noch den größten Theil des im ursprünglichen Holze vorhanden gewesenen Wasserstoffes und etwa die Hälfte des ursprünglichen Gehaltes an Sauerstoff; sie wird daher in einem Gemische, welches Körper enthält, die beim Erwärmen leicht Sauerstoff abgeben (Salpeter), eine sehr große Menge gasförmiger Producte liefern, die infolge der hohen Temperatur, welche beim Verbrennen entsteht, rasch eine gewaltige Spannkraft erlangen; Schießpulver, welches Rothkohle enthält, verbrennt, da es überdies auch sehr fein gekörnt wird, unter allen Pulversorten am schnellsten und ist aus diesem Grunde die Rothkohle die zur Fabrikation von Jagdpulver geeignetste Kohle.

Kohle, welche bei hoher Temperatur dargestellt wurde, ist schwer entzündlich, enthält nur mehr wenig Wasserstoff und Sauerstoff, verbrennt infolge dessen auch langsamer unter geringerer Gasentwicklung und bei niedrigerer Temperatur; sie eignet sich für Darstellung von Schießpulver, welches seine Triebkraft auf einen längeren Zeitraum vertheilen soll; z. B. für Pulver, welches in gezogenen Gewehren verwendet werden soll (Scheibenpulver), ferner für Sprengpulver und Kanonenpulver, wobei noch durch die Zusammensetzung des Pulversatzes und die Größe der Körnung die Geschwindigkeit des Verbrennens geregelt werden kann.

Welche Kohle für Metallarbeiter die geeignetste sein wird, ist aus den angeführten Eigenschaften der verschiedenen Kohlen leicht zu entnehmen; der Metallarbeiter bedarf einer in kleinem Raume viel Brennstoff enthaltenden — somit dichten und viel Wärme gebenden — das ist viel Kohlenstoff

enthaltenden Kohle; beide Eigenschaften finden sich in einer bei sehr hoher Temperatur dargestellten Kohle vereinigt. Da in den Meilern die Temperatur gewisser Kohlepartien bis zur Weißgluth steigt, so werden derartige Kohlen für die Metallarbeiter, und ganz besonders für den Hochofenbetrieb die geeignetsten sein.

Eine sehr wichtige Eigenschaft der Kohle ist jene, große Mengen von gasförmigen Körpern in ihre Poren aufzunehmen nnd darin stark zu verdichten, eine Eigenschaft, welche sie übrigens mit anderen stark porösen Körpern theilt. Die Absorptionsfähigkeit der Holzkohle für Wasserdampf geht aus den oben angeführten Zahlenbelegen hervor; nach Sauſſure absorbirt die Kohle des Buchsbaumholzes 9·25 Vol. Sauerstoff und 7·5 Vol. Stickstoff; eine in trockenen Räumen eingelagerte Kohle wird daher im Laufe der Zeit eine ansehnliche Quantität von Luft in ihren Poren verdichten und brennt infolge dessen beim Entzünden lebhafter als frisch bereitete Kohle. Das explosionsartige Zerplatzen größerer Stücke langgelagerter Kohle bei raschem Erhitzen ist aus der mächtigen Spannkraft zu erklären, welche die im Innern des Kohlenstückes befindlichen Gase infolge des Erwärmens erlangen.

Nachdem beim Verdichten der Gase Wärme frei wird, kann der Fall vorkommen, daß sich infolge dessen eine lockere poröse Kohle, namentlich wenn sie noch warm in die Aufbewahrungsräume gebracht wird, von selbst entzündet; man soll daher niemals die Kohle unmittelbar, nachdem sie dargestellt wurde, in Haufen lagern, sondern vorher durch einige Zeit in dünnen Schichten an der Luft liegen lassen, damit die Absorption der Luft ohne starke Temperaturerhöhung vor sich gehe. Bei stark ausgebrannter Stückkohle ist die Gefahr der Selbstentzündung geringer als bei

Rothkohle oder bei Kohle, welche aus Sägespänen dargestellt wurde.

Die Holzkohle besitzt auch ein starkes Absorptionsvermögen für Farbstoffe u. s. w., und wurde deßhalb früher zum Entfärben von Salzlösungen und zum Entfuseln von Branntwein verwendet. Gegenwärtig benützt man für den ersten Zweck die viel kräftiger wirkende Knochenkohle (Spodium) und wird das Entfuseln des Spiritus direct durch wiederholte Destillation in besonders construirten Rectifications-Apparaten vorgenommen.

Das Röstholz.

Auf Seite 41 wurde schon der Zersetzungsproducte des Holzes Erwähnung gethan, welche ihrer Beschaffenheit nach noch nicht zu den „Kohlen" im eigentlichen Sinne des Wortes gerechnet werden können, sondern den sogenannten „Bränden" eingereiht werden müssen. Jene „Brände", welche entstehen, wenn man Holz bis 270° C., höchstens bis zu 280° C. erhitzt, haben eine dunkelholzbraune bis röthlichbraune Färbung, sie sind im eigentlichen Sinne des Wortes geröstetes Holz und geben wir ihnen aus diesem Grunde die Bezeichnung „Röstholz". (Man hat für dieses Product auch den Namen „Rothholz" in Anwendung gebracht, welcher aber unpassend gewählt ist, denn das Product ist weit mehr als „braun", denn als roth zu bezeichnen und gebraucht man bekanntlich schon den Namen „Rothholz" für ein aus den Tropenländern stammendes Färbeholz; nicht minder unpassend ist die Benennung „Lypoxyl" = Fettholz, indem sich gar keine Beziehung zwischen diesem Producte und Fett auffinden läßt.)

Wenn wir die Zusammensetzung des trockenen Holzes mit jener des bei 270° C. erhaltenen Röstholzes (siehe Tabelle auf Seite 53) vergleichen, so ergiebt sich Folgendes:

	Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff u. Stickstoff
Trockenes Holz bis 160° C. erhitzt	47·5105	6·1200	46·290
Röstholz bis 370° C. erhitzt	70·4535	4·6415	24·192
	in Percenten vom ursprünglichen Holzgewichte		
Verlust an flüchtigen Stoffen	62·86	37·14	

Man erzielt demnach beim Erhitzen des Holzes auf die Temperatur von 270° C. ein Product, welches noch die Structur des Holzes zeigt und sich wie Holz spalten läßt, nur 37·14 Percent vom Gewichte des ursprünglich angewendeten Holzes wiegt, aber mit Bezug auf den namhaft größeren Gehalt an Kohlenstoff (+ 23 Percent) und verminderten Gehalt an Sauerstoff (— 22 Percent), einen bedeutend größeren Heizwerth besitzt als das Holz selbst (siehe unten), ferner leicht entzündlich ist (zwischen 340—360° C.), ein geringeres Volumen einnimmt als das Holz, aus dem es entstanden ist, und selbst bei langem Liegen an feuchter Luft nur 7 bis 8 Percent Wasser absorbirt. (Vergleiche die Tabelle auf Seite 55.)

In den 62·86 Percent, die das Holz beim Erhitzen auf 270° C. verliert, ist aber fast die Gesammtmenge der Essigsäure und des Methylalkoholes enthalten, welche das Holz bei der trockenen Destillation zu ergeben vermag; die bei höheren Temperaturen entweichenden Destillationsproducte bestehen zum größten Theile aus Gas, welches höchstens zur Beheizung der Destillationsgefäße verwendet werden kann und aus Theer, welcher als solcher nur wenig Werth besitzt und aus dem nur durch umständliche Arbeit werthvollere Producte gewonnen werden können.

Aus dem eben Gesagten ergiebt sich, daß es unter gewissen Verhältnissen sehr zweckmäßig ist, die trockene Destillation des Holzes in der Weise zu leiten, daß man

keine Kohlen, sondern Röstholz erzielt, und ist dies ganz besonders an jenen Orten zu empfehlen, an welchen das Holz als Brennmateriale großen Werth besitzt, indem sich das Röstholz ganz in derselben Weise zum Heizen verwenden läßt wie Holz. Die Vortheile, welche man bei der Verarbeitung des Holzes auf Röstholz erzielt, sind kurz zusammengefaßt die folgenden:

1. Man gewinnt aus 100 Theilen trockenen Holzes 37 Theile Röstholz und beträgt mit Rücksicht auf den ursprünglichen Wassergehalt des Holzes und jenen, welchen das Röstholz beim Liegen an der Luft aufnimmt, das zu transportirende Gewicht des Brennmateriales in Form von Röstholz nur etwa ein Drittel von jenem des ursprünglich angewendeten Holzes; das Röstholz kann somit weit leichter als Holz auf größere Entfernungen verfrachtet werden.

2. Der Werth des Röstholzes als Heizmateriale ist etwa um 50 Percent größer als jener der gleichen Gewichtsmenge an Holz und liefert das Röstholz eine sehr lange und heiße Flamme.

3. Gewinnt man neben dem Röstholze die Gesammtmenge der überhaupt aus dem Holze zu erzielenden Essigsäure und des Methylalkoholes. Es ergeben nämlich 100 Gewichtstheile Holz:

Beim Erhitzen auf
270° C. 5 Essigsäure, 0·5—0·75 Holzgeist, 37·1 Röstholz,
432° C. 5 „ 0·5—0·75 „ 18·78 Schwarzkohle,
6 Theer, 10—12 Gas,

so daß man dem entsprechend in jenen Fällen, in welchen es sich um die Gewinnung von Essigsäure und Holzgeist handelt, mit der Verarbeitung des Holzes gar nicht weiter zu gehen braucht, als bis zur Erzielung von Röstholz; nur

wenn man directe auf Theer und Kohle reflectirt, wird man höhere Temperaturen anwenden müssen.

Das Röstholz, welches bei 270 Grad dargestellt wurde, ist schon ziemlich dunkelfarbig, läßt sich aber noch sehr wohl spalten und wie gewöhnliches Holz verwenden.

Nachdem nun Seitens der Consumenten nicht selten die durch nichts zu besiegende irrige Meinung herrscht, dieses braune Holz habe durch das Rösten „viel von seiner Heizkraft verloren" (bekanntlich findet gerade das Gegentheil statt), ist das bei 270° C. dargestellte Röstholz oft nur schwer verkäuflich und war dies der Grund, aus welchem manche Fabriken lieber einen Bruchtheil der aus dem Holze gewinnbaren Essigsäure opferten, um ein hellfarbigeres Röstholz darzustellen, welches in seinem Aussehen sehr dunklem, etwas röthlichem Eichenholze gleicht und wird ein Product von dieser Beschaffenheit schon bei einer Temperatur von 210 bis 220° C. erhalten.

Die Zusammensetzung eines derartigen lufttrockenen Röstholzes war

	nach Fresenius	nach Violette bei 210° C.
Kohlenstoff	52·66	53·3735
Wasserstoff	5·78	4·9030
Sauerstoff	36·64	41·5380
Asche	0·43	0·2000
Wasser	4·49	wasserfrei

Der oben erwähnte Verlust an Essigsäure beim Erwärmen des Holzes auf nur 210 bis 220° C. wird für den Fabrikanten dadurch vermindert, daß er weniger Brennmateriale verbraucht, als wenn er das Holz bis auf 270 Grad erhitzt. Wenn der Fabrikant mit einem Consumenten in Verbindung steht, welcher das Heizmateriale nicht nach seinem Aussehen, sondern nach dem Heizeffect schätzt, so wird er das

Röstholz zweckmäßig bei einer Temperatur von 270° C. darstellen und so ein für Glas-, Porzellanfabriken und für Töpfereien sowie zur Heizung von Dampfkesseln ausgezeichnet geeignetes Brennmateriale gewinnen; wenn das Röstholz hingegen als Feuerungsmateriale für Haushaltungen verwerthet werden soll, wird er dasselbe aus den oben angeführten Gründen bei einer Temperatur von 210 bis 220° C. darstellen.

In Bezug auf den Heizwerth übertrifft auch dieses Röstholz das gewöhnliche Holz bei Weitem, indem 100 Gewichtstheile lufttrockenen, bei 210—220 Grad dargestellten Röstholzes einen eben so großen Wärmeeffect liefern, wie 150 Gewichtstheile lufttrockenen Holzes; bei gleichem Holzvolumen verhält sich der Heizwerth des Holzes zu jenem des Röstholzes wie 1 : 1·243; die Verdampfungskraft wie 54·32 : 100.

Die Ausbeute an Holzkohlen.

Die Menge der aus dem Holze zu gewinnenden Kohlen hängt hauptsächlich von zwei Factoren ab: von der bei der Verkohlung angewendeten Temperatur und von der Zeit, während welcher das Erhitzen vorgenommen wird; je höher und rascher man die Temperatur steigert, desto weniger Kohlen werden gewonnen. In welcher Weise die Höhe der bei der Verkohlung in Anwendung gebrachten Temperatur auf die Kohlenausbeute wirkt, geht aus der Violette'schen Versuchsreihe (Seite 49) hervor; über den Einfluß, welchen die Dauer der Erhitzung auf die Menge der Kohlen nimmt, giebt uns die nachstehende Tabelle Aufschluß:

Ausbeute an Holzkohle bei raschem und langsamem Erhitzen des Holzes.

	Bei rascher Erhitzung		Bei langsamer Erhitzung		
	Nach Karsten		Stolze	Winkler	Nau
Junges Eichenholz . .	16·54	25·60	26·1	22·8	—
Altes „ . .	15·91	25·71			
Junges Rothbuchenholz	14·87	25·87	24·6	17·8	32·35 (?)
Altes „	14·15	26·15			
Junges Weißbuchenholz	13·11	25·22	23·8	—	19·56
Altes „	13·65	26·45			
Junges Erlenholz . .	14·45	25·65	—	—	15·34
Altes „ . .	15·30	25·65			
Pappelholz	—	—	—	—	17·94
Junges Birkenholz . .	13·05	25·05	24·4	17·6	
Altes „ . .	12·20	24·70	—	—	16·66
100jährig. „ . .	12·15	25·10	—	—	
Junges Fichtenholz . .	14·25	25·25	23·4	20·6	17·39
Altes „ . .	14·05	25·00			
Junges Tannenholz . .	16·22	27·72	21·5	20·1	25·93
Altes „ . .	15·35	24·75			
Junges Kiefernholz . .	15·52	26·07	23·7	—	21·19
Altes „ . .	13·75	25·95			
Lindenholz	13·30	24·60	22·8	16·2	—
Eschenholz	—	—	21·1	19·4	—
Weidenholz	—	—	22·2	15·0	15·32
Roggenstroh	13·40	24·60	—	—	—
Farrenkraut	17·00	27·95	—	—	20·84
Bergahorn	—	—	—	—	12·69
Spitzahorn	—	—	—	—	16·97
Espe	—	—	—	—	19·35
Lärche	—	—	—	—	20·62

Da man bei langsamem Erhitzen eine Kohlenausbeute erzielt, welche dem Gewichte nach unter Umständen doppelt so groß sein kann, wie jene bei schnellem Erhitzen und bei langsamem Gang der Operation auch die flüchtigen Stoffe gewonnen werden können, bei raschem sich aber fast nur

Gas und Theer ergeben, so ist leicht einzusehen, daß in ökonomischer Beziehung das langsame Erhitzen das allein richtige Verfahren ist.

Holz, welches bei einer Temperatur von 300° C. langsam verkohlt wurde, ergiebt schon eine ziemlich schwarze Kohle mit mehr als 73 Percent Kohlenstoffgehalt, welche für die verschiedenen Heizzwecke sehr wohl verwendbar ist; in der mehrfach erwähnten Versuchsreihe Violette's wurden auch Versuche über das Ergebniß an Kohlen verschiedener Holzarten bei einer bis zu 300° C. gesteigerten Erwärmung angestellt und lassen wir aus der großen Reihe von diesbezüglichen Angaben jene folgen, welche auf die für uns wichtigsten Holzarten Bezug haben.

Holz bei 150° C. getrocknet und bei 300° C. verkohlt, liefert Kohlen:

	in Percenten		in Percenten
Eiche	46·09	Hasel	32·79
Weißbuche	34·44	Hartriegel	33·36
Birke	34·17	Acacie (falsche)	33·61
Ahorn	33·75	Spindelbaum	36·60
Pappel	31·12	Kirsche	32·70
Erle	34·40	Birne	31·88
Espe	34·87	Apfel	34·69
Ulme	34·59	Ebereesche	40·31
Esche	33·28	Buchs	40·44
Weide	33·74	Föhre	40·75
Linde	31·85	Meerstrandkiefer	41·48
Faulbaum	33·61	Eibe	46·06
Weißdorn	34·70	Wachholder	43·07

Wenn man Holz in vollkommen verschlossenen Gefäßen erhitzt, so verläuft der Proceß unter dem Einflusse des gewaltigen Druckes, welchen die Anfangs entstehenden flüchtigen

Producte auf die Substanz ausüben, in ganz anderer Weise als in offenen Gefäßen und vereinigt sich nur ein kleiner Theil des Kohlenstoffes mit Wasserstoff und Sauerstoff zu flüchtigen Producten, so daß man bei einer bis zu 300° C. gesteigerten Temperatur bis zu 80 Percent an Kohle erhält. Unter diesen Verhältnissen verliert die Kohle auch vollständig die Holzstructur; während man an einer bis zur heftigen Weißgluth erhitzten Holzkohle noch ganz deutlich die Holzstructur erkennen kann, erscheint das in geschlossenen Gefäßen auf 300 bis 400° C. erhitzte Holz als eine vollständig geschmolzene blasige Masse von glänzend schwarzer Farbe, welche dem Aussehen nach einer fetten Steinkohle gleicht.

Diese Verkohlung des Holzes in ganz geschlossenen Gefäßen hat nur theoretischen Werth, indem es nicht möglich wäre, große Gefäße herzustellen, welche den ungeheuren Druck ertragen könnten, den die Dämpfe ausüben, welche sich aus dem Holze entwickeln, und könnte man höchstens diesbezügliche Versuche im Großen in dampfkesselartigen Gefäßen bis zu einem Drucke von beiläufig 10 Atmosphären vornehmen.

IV. Die Producte der trockenen Destillation.

Neben den Kohlen entsteht bei der Zersetzung des Holzes unter Ausschluß von Luft eine sehr große Anzahl von Producten, deren Art und Menge von der Temperatur abhängig ist, welcher das Holz ausgesetzt wurde, sowie auch davon, ob die Temperatur langsam oder so schnell als möglich auf einen gewissen Punkt gebracht wurde. Nachdem wir den letzteren Fall für sich gesondert besprechen wollen, wenden wir uns vorerst der Beschreibung jener Producte zu, welche bei der unter allmählicher Steigerung der Temperatur vor sich gehenden Zersetzung des Holzes auftreten.

Die Producte, welche sich in diesem Falle ergeben, sind bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig, flüssig oder fest. Wenn wir zuvörderst die Gase besprechen, so haben wir zwischen jenen zu unterscheiden, welche als eigentliche Zersetzungsproducte des Holzes zu betrachten sind, und jenen, welche in der Weise entstehen, daß gewisse flüchtige, bei gewöhnlicher Temperatur tropfbare Flüssigkeiten unter dem Einflusse höherer Wärmegrade sich zersetzen und gasförmige Producte liefern.

Die gasförmigen Destillationsproducte.

Am Beginn der Zersetzung zwischen 160 und 190° C. entwickelt sich vorwiegend Kohlensäuregas CO_2, welchem nur geringe Mengen von Kohlenoxyd CO beigemengt sind; in dem Maße, in welchem die Temperatur steigt, nimmt auch die Menge des Kohlenoxydes zu, und ist bei einer zwischen 200 und 220° C. liegenden Temperatur das Mengenverhältniß zwischen Kohlensäure und Kohlenoxyd nahezu gleich und erscheinen kleine Mengen von Sumpfgas CH_4; wenn einmal die Temperatur auf 320 bis 360° C. gestiegen ist, treten Kohlensäure und Kohlenoxyd mehr zurück und erscheint Sumpfgas in größeren Mengen. Ueber diese Temperatur hinaus wird der Kohlensäuregehalt des Gasgemenges gering, der Gehalt an Sumpfgas, welchem auch Wasserstoff beigemischt ist, nimmt zu und treten dann auch noch schwere Kohlenwasserstoffe auf.

Wenn man die aus dem Destillationsgefäße entweichenden Gase anzündet, so kann man aus dem Aussehen der Flamme einen Schluß auf die Art der sich entwickelnden Producte ziehen; anfänglich ist die Flamme nur sehr schwach leuchtend und zeigt die charakterische blaßblaue Farbe der Kohlenoxydflamme; später nimmt sie zeitweilig eine rein weiße Farbe

an — Sumpfgas — und tritt dann allmählich die blaue Färbung der Flamme immer mehr in den Hintergrund, die Gase brennen nun mit hellleuchtender rein weißer Flamme, wie sie den schweren Kohlenwasserstoffen zukommt; die nachstehende Zusammenstellung giebt die Reihenfolge der sich bei verschiedenen Temperaturen entwickelnden gasförmigen Verbindungen an.

Temperatur	Der Verbindung Name	Zusammensetzung	
160—360° C.	Kohlensäure	CO_2	
	Kohlenoxyd	CO	
	Sumpfgas	CH_4	
von 360—432° C. (Ueber diese Temperatur hinaus entwickelt sich nur sehr wenig Gas.)	Wasserstoff	H	bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig
	Acetylen	C_2H_2	
	Aethylen	C_2H_4	
	Propylen	C_3H_6	
	Butylen	C_4H_8	
	Benzol	C_6H_6	bei gewöhnlicher Temperatur flüssig
	Toluol	C_7H_8	
	Xymol	C_8H_{10}	
	Cumol	C_9H_{12}	
	Naphtalin	$C_{10}H_8$	bei gewöhn. Temp. fest

Pettenkofer fand folgende Zusammensetzung der Holzgase:

	Luft	Kohlensäure	Kohlenoxyd	Sumpfgas	Wasserstoff	schwere Kohlenwasserstoffe
bis zu 360 Grad	5	54·5	38·8	6·6	—	—
über 360 Grad	0	18—25	40—50	8—12	14—17	6—7

Die Processe, durch welche die vorgenannten gasförmigen Körper (von denen auch die Producte vom Benzol angefangen durch Kühlen mit Wasser verflüssigt werden können) entstehen, sind sehr complicirter Art und können wir über die Entstehung mancher Körper nur Hypothesen

aufstellen, während das Entstehen mancher anderer ziemlich leicht zu erklären ist.

Bevor wir zu dieser Erklärung übergehen, müssen wir daran erinnern, daß es bei der Ausführung der Verkohlung, respective der trockenen Destillation im großen, ganz unmöglich ist, in allen Theilen des Apparates gleiche Temperatur zu erhalten, sondern daß vielmehr sehr bedeutende Temperaturunterschiede vorkommen, und daß gewisse flüchtige Körper die Eigenschaft haben, bei starkem Erhitzen, z. B. in Berührung mit heißen Stellen der Destillirgefäße, sich unter Bildung neuer Verbindungen zu zersetzen, und können wir aus diesem Umstande das Entstehen mancher Körper, welche unter den Zersetzungsproducten des Holzes auftreten, klarlegen.

Wenn wir die Holzsubstanz erhitzen, so wirken die Elementarbestandtheile derselben Anfangs in der Weise aufeinander, daß Wasser gebildet wird; es entwickelt sich somit aus dem von aller Feuchtigkeit befreiten Holze, wenn man es auf eine höhere Temperatur als 150° C. erhitzt, Wasserdampf. Bei höherer Temperatur äußert sich aber schon die Affinität des Kohlenstoffes zu Sauerstoff und Wasserstoff und werden zunächst Verbindungen gebildet werden, welche aus allen drei Bestandtheilen des Holzes zusammengesetzt sind.

Bei einer gewissen Temperatur tritt die Verwandtschaft des Kohlenstoffes zum Sauerstoffe schon so mächtig auf, daß sich beide Körper miteinander vereinigen und die sauerstoffreichste Verbindung des Kohlenstoffes, Kohlensäure entsteht, so lange noch Sauerstoff in reichlicher Menge vorhanden ist. In einem späteren Stadium der Zersetzung, in welchem die Menge des Sauerstoffes in der Masse geringer geworden und auch die Temperatur schon höher gestiegen ist, tritt die sauerstoffärmere Verbindung des Kohlenstoffes, das Kohlenoxyd in größerer Menge auf, als die Kohlensäure. Die

Verwandtschaft des Wasserstoffes zum Kohlenstoffe allein bedingt, daß zwei Kohlenwasserstoff-Verbindungen entstehen; zuerst, solange noch viel Wasserstoff vorhanden ist, bildet sich die vollständig mit Wasserstoff gesättigte Verbindung des Kohlenstoffes mit Wasserstoff, das Sumpfgas $C H_4$, und bei etwas höherer Temperatur entsteht sodann die an Wasserstoff ärmere Verbindung, das Aethylen $C_2 H_4$.

Nach den Untersuchungen Gillot's, deren Ergebnisse übrigens in bedeutendem Widerspruche mit den von Violette gefundenen stehen, beginnt sich das Holz schon ganz wenig über 100° C., und zwar zwischen 102° C. und 118° C. (?) zu zersetzen und zeigten sich schon bei 153° C. kleine Mengen von Kohlensäure; die Menge dieses Gases nimmt bis 200° C. sehr rasch zu und entwickelte sich gleichzeitig Kohlenoxyd, welches über 200° C. schon vorherrschte, indem bei 218° C. die Kohlensäure nur mehr 48 Percent der gesammten Gasmenge betrug; bei 296° C. trat Wasserstoff-Entwickelung auf, bei 326° C. wurde Entwickelung von Sumpfgas beobachtet.

Bei diesen Versuchen, während welcher die Temperatur so langsam gesteigert wurde, daß erst nach 72 Stunden keine Destillationsproducte mehr gewonnen wurden und die Temperatur von etwa 390° C. erreicht war, ergab sich nur 17 Percent vom Holzgewichte an Gas.

Die genannten Gase: Kohlensäure, Kohlenoxyd, Sumpfgas und Aethylen sind wahrscheinlich jene Verbindungen, welche unmittelbar durch Zersetzung der Holzsubstanz entstehen können; wenn diese Gase mit glühender Kohle zusammentreffen oder sehr stark erhitzt werden — zwei Fälle, welche bei der trockenen Destillation immer vorkommen — zersetzen sie sich und es treten neue Körper in den Destillationsproducten auf.

Kohlensäure geht in Berührung mit glühenden Kohlen in Kohlenoxyd über, $C O_2 + C = 2 C O$, und ist es wahr-

scheinlich, daß das fortwährende Zunehmen des Kohlenoxydgehaltes der Gase bei steigender Temperatur theilweise durch diese Wechselwirkung bedingt werde.

Das Auftreten von Wasserstoff findet immer erst statt, wenn einmal die Temperatur, bei welcher sich Sumpfgas und Elayl in reichlichen Mengen bilden, erreicht ist und wird der Wasserstoff von diesen Verbindungen abgespalten; so lange die Temperatur noch 400° C. nicht um Vieles überschreitet, wird aus dem Sumpfgase vorzugsweise Acetylen $C_2 H_2$ und Wasserstoff gebildet, während in der Glühhitze das Sumpfgas unmittelbar in seine Elementarbestandtheile zerlegt wird. Es bildet sich somit bei minderen Hitzegraden:

$$2\,C\,H_4 = C_2\,H_2 + H_6$$
Sumpfgas = Acetylen + Wasserstoff

bei höheren Hitzegraden: $C\,H_4 = C + H_4$

Man findet an jenen Theilen der eisernen Destillirgefäße, welche bei der Destillation von Holz stark erhitzt wurden, gewöhnlich eine ziemlich festanhaftende Schichte Kohle, die von graphitähnlicher Beschaffenheit ist und höchst wahrscheinlich dadurch entsteht, daß Sumpfgas (und andere Kohlenwasserstoffe) in Berührung mit der heißen Fläche unter Ausscheidung von Kohlenstoff zersetzt werden; wie die Beobachtungen an Gasretorten und an Hochöfen lehren, erfolgt die Ausscheidung von Kohlenstoff aus Verbindungen unter dem Einflusse hoher Temperaturen gewöhnlich in Form von Graphit.

Das Aethylengas $C_2 H_4$ wird bei verhältnißmäßig niederer Temperatur in Acetylen und Sumpfgas zersetzt:

$$3\,C_2\,H_4 = 2\,C_2\,H_2 + 2\,C\,H_4$$
Aethylen Acetylen + Sumpfgas

in höherer Temperatur findet die Zersetzung des Aethylens

in der Weise statt, daß die eben genannten Producte entstehen, aber auch gleichzeitig Kohlenstoff abgeschieden wird,

$$4\,C_2\,H_4 = 2\,C_2\,H_2 + 3\,C\,H_4 + C.$$

Die eben angeführten Zersetzungen des Sumpfgases und des Aethylens sind aber nicht die alleinigen, welche überhaupt statthaben können, sondern es vermag sich je nach der Temperatur aus diesen Gasen eine ganze Reihe anderer Verbindungen zu bilden. So läßt sich z. B. das Auftreten von Propylen aus der gegenseitigen Einwirkung von Sumpfgas und Kohlenoxyd erklären.

$$2\,C\,H_4 + CO = C_3\,H_6 + H_2\,O$$

Sumpfgas + Kohlenoxyd = Propylen + Wasser

Die Entstehung von Naphtalin (Siedepunkt 212° C.), welches sich sowohl in den bei höherer Temperatur entwickelnden Gasen, als auch neben den anderen minder flüchtigen Kohlenwasserstoffen im Holztheere vorfindet, läßt sich sowohl aus der Zersetzung des Sumpfgases, als des Elayls erklären.

$$10\,C\,H_4 = C_{10}\,H_8 + H_{32}$$

Sumpfgas = Naphtalin + Wasserstoff

oder $$8\,C_2\,H_4 = C_{10}\,H_8 + 6\,C\,H_4$$

Elayl = Naphtalin + Sumpfgas

Außer den eben dargestellten Zersetzungsprocessen sind aber noch andere eine Quelle der Bildung gasförmiger Körper: schon bei einer Temperatur zwischen 200 und 280° C. entstehen Essigsäure und Methylalkohol in bedeutender Menge und zersetzen sich die Dämpfe dieser Verbindungen, wenn sie stark erhitzt werden, ganz oder theilweise, und kann man aus diesem Verhalten leicht die Thatsache erklären, daß bei sehr raschem Erhitzen des Holzes nur sehr wenig Essigsäure und Methylalkohol, dafür aber eine sehr große Menge gasförmiger und Theerproducte gebildet wird.

Das Holz enthält in seinen Saftbestandtheilen auch kleine Mengen von stickstoffhaltigen Verbindungen und bildet der Stickstoff mit dem Wasserstoffe Ammoniak, welches aber beim Zusammentreffen mit Kohlenwasserstoffen sogleich Substitutionsproducte bildet, von welchen z. B. Methylamin, in dem ein Theil des Wasserstoffes im Ammoniak durch Methyl ersetzt ist, in verhältnißmäßig größter Menge auftritt.

$$C H_4 O + H_3 N = C H_5 N + H_2 O$$

Methylalkohol + Ammoniak = Methylamin + Wasser

Die Menge der Gase, welche sich bei der langsam geführten trockenen Destillation des Holzes ergeben, ist eine sehr große, und ist es aus diesem Grunde nothwendig, den Apparaten, in welchen die bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Destillationsproducte verdichtet werden sollen, bedeutende Dimensionen zu geben, indem sonst durch den Druck der Gase im Inneren des Apparates ein Undichtwerden desselben eintreten kann oder doch eine große Menge der Körper, welche sich durch Abkühlung verdichten ließen, von dem mächtigen Gasstrome mitgerissen wird.

Es liefert bei der trockenen Destillation

			Kubikmeter Gas	100 Kilogr. Holz geben Kg. Gas
1 Raummeter	Birkenholz	(= 338 Kg.)	73	13·2
1 „	Rothbuchenholz	(= 380 „	85	13·3
1 „	Weißbuchenholz	(= 370 „	94	14·9
1 „	Eichenholz	(= 380 „	86	14·1
1 „	Kiefernholz	(= 256 „	80	20·0
somit 1 Raummeter	Holz im Mittel	(= 344·8 Kg.)	83·6	15·1

oder 100 Kilogramm Holz ergeben im Durchschnitte 24·97 Kubikmeter Gas. Diese Gasmenge entspricht jedoch nur den Verhältnissen, welche bei einer langsam geleiteten Destillation statthaben; bei rasch gesteigertem Erhitzen erzielt man bis

nahezu um 50 Percent mehr an Gas, nämlich aus einem Raummeter Holz zwischen 110 und 120 Kubikmeter Gas, selbstverständlich unter entsprechend verminderter Ausbeute an flüssigen Destillationsproducten und an Kohlen (vergleiche die Tabelle auf Seite 63.)

Eine ausführliche Untersuchung der Gase, welche bei der trockenen Destillation von Holz entstehen, wurde von F. Fischer geliefert; das verwendete Holz war Buchenholz und ergab aus 100 Theilen im Mittel 45 Kilogramm Holzessig (mit 4 Kilogramm Essigsäurehydrat und 1·1 Kilogramm Holzgeist) 23 Kilogramm Kohle, 4 Kilogramm Theer, 28 Kilogramm Gase und Wasserdampf. Es wurden zwei Untersuchungsreihen ausgeführt, von denen die eine hauptsächlich auf jene Gase Bezug hat, welche in den ersten Perioden der Destillation entwickelt werden, indeß die zweite mit jenen Gasen vorgenommen wurde, welche am Ende der Destillation entweichen.

Versuchsreihe I.

Dauer der Destillation	Kohlensäure	Kohlenoxyd	Methan	Aethylen	Wasserstoff	Stickstoff	Sauerstoff
3 Stunden...	58·69	31·29	3·94	Spur	3·87	1·23	Spur
4 „ ...	61·90	30·10	—	—	—	—	Spur
5 „ ...	62·00	32·50	—	—	—	—	—
7 „ ...	59·80	31·90	—	—	—	—	—
8 „ ...	57·48	34·52	4·67	0·45	2·78	Spur	—
9 „ ...	58·50	33·80	—	—	—	—	—
10 „ ...	57·90	35·10	—	—	—	—	—
11 „ ...	55·60	34·38	5·12	0·32	3·99	Spur	—
15 „ ...	64·68	30·32	2·43	0·69	1·21	Spur	—

Versuchsreihe II.

17 Stunden...	56·94	36·22	2·41	Spur	3·94	Spur	—
19 „ ...	60·80	30·40	—	—	—	—	—
20 „ ...	61·22	—	—	—	—	—	—
21 „ ...	59·20	31·10	—	—	—	—	—

Die durchschnittliche Zusammensetzung dieser 28 Kilogramm Gase betrug

Kohlensäure . .	20·00	Kilogramm
Kohlenoxyd . .	7·00	„
Methan	0·50	„
Wasserstoff . .	0·05	„
Wasser	0·45	„
	28·00	Kilogramm

Die flüssigen Destillationsproducte.

Die Producte der trockenen Destillation des Holzes, welche sich durch Abkühlung verdichten lassen, scheiden sich in der Ruhe in zwei Schichten, deren eine leichtere dünnflüssige von saurer Beschaffenheit den Holzessig bildet, indeß die dichtere dickflüssige als Theer bezeichnet wird. Nachdem die Temperaturen, bei welchen diese beiden Flüssigkeiten gebildet werden, sehr weit von einander liegen und auch die chemische Beschaffenheit der in ihnen enthaltenen Körper eine sehr verschiedene ist, erscheint es zweckmäßig, dieselben von einander gesondert zu betrachten.

Der Holzessig.

Bei der niedersten Temperatur, bei welcher das Holz überhaupt anfängt, sich zu zersetzen — nach Violette zwischen 150 und 160° C., nach Gillot schon bei 102 bis 118° C. (?) — wirken die drei Elementarbestandtheile der Holzsubstanz auf einander ein und entstehen neben einer Anzahl von Säuren aus der Reihe der sogenannten fetten Säuren und Methylalkohol noch gewisse Zersetzungsproducte dieser Körper.

Die Bildung der fetten Säuren, unter welchen Essigsäure in größter Menge auftritt, beginnt nach Gillot schon

bei 124° C. und erreicht bei 225° C. ihr Maximum; in höheren Temperaturen kommen schon reichliche Mengen von Zersetzungsproducten der fetten Säuren vor, so daß der im Großen gewonnene Holzessig je nach der Temperatur und Zeitdauer der Destillation eine in Bezug auf die Mengen der in ihr enthaltenen Körper sehr veränderlich zusammengesetzte Flüssigkeit ist. Die fetten Säuren, welche im rohen Holzessig mit Bestimmtheit nachgewiesen wurden, sind:

Ameisensäure	$C\ H_2\ O_2$
Essigsäure	$C_2\ H_4\ O_2$
Propionsäure	$C_3\ H_6\ O_2$
Buttersäure	$C_4\ H_8\ O_2$
Valeriansäure	$C_5\ H_{10}\ O_2$
Capronsäure	$C_6\ H_{12}\ O_2$

Die Ameisensäure siedet bei 100° C. und haben die nachfolgenden Glieder dieser Säurereihe mit einem Atom Kohlenstoffgehalt mehr einen beiläufig um 20 Grad höher liegenden Siedepunkt und ist demzufolge zu erwarten, daß die niederen Glieder dieser Säurereihe in jenem Antheil des Holzessigs zu finden sein werden, welcher bei verhältnißmäßig niederer Temperatur überdestillirt. Die Erfahrung hat diesen Satz vollinhaltlich bestätigt und wird aus diesem Grunde die Erwärmung des Holzes sehr langsam stattfinden müssen, wenn man die größtmögliche Ausbeute an Essigsäure erzielen will

Gleichzeitig mit diesen Säuren entwickeln sich aus dem Holze Kohlensäure, Kohlenoxyd und Sumpfgas und können diese Körper im Entstehungsmomente auf die Säuren einwirken und auch die letzteren durch stärkeres Erwärmen Zersetzungen erleiden, so daß eine sehr große Zahl von Zersetzungsproducten entstehen kann, von welchen viele in dem

Holzessig nachgewiesen werden können. — Wahrscheinlich kennt man noch nicht alle Verbindungen, welche auf diese Weise überhaupt entstehen können, doch hat man wenigstens schon eine größere Zahl derselben mit Sicherheit nachgewiesen. Zu den wichtigsten der hier in Rede stehenden Körper gehören der Methylalkohol (Holzgeist), das Aceton und Metaceton, der Essigsäure-Methyläther, das Dimethylacetat, Aldehyd, ferner das Methylaminacetat.

Methylalkohol CH_4O kann aus Sumpfgas durch Oxydation desselben dargestellt werden und entsteht bei der trockenen Destillation möglicherweise durch die Einwirkung von Kohlensäure auf Sumpfgas:

$$CH_4 + CO_2 = CH_4O + CO$$

Sumpfgas + Kohlensäure = Methylalkohol + Kohlenoxyd

so daß das Auftreten von immer größeren Mengen von Kohlenoxyd neben Kohlensäure (vergleiche oben) aus diesem Processe erklärbar erscheint.

Aceton C_3H_6O entsteht directe aus Essigsäure, wenn man die Dämpfe derselben durch ein glühendes Rohr leitet und wird hierbei Kohlensäure und Wasser gebildet —

$$2\,(C_2H_4O_2) = C_3H_6O + CO_2 + H_2O$$

Essigsäure = Aceton + Kohlensäure + Wasser

kann aber auch aus Methylalkohol und Essigsäure oder aus Methylalkohol und Kohlenoxyd entstehen. Das Vorkommen von Essigsäure-Methyläther $CH_3C_2H_3O_2$ im Holzessig wird durch das Aufeinanderwirken von Essigsäure und Methylalkohol im Entstehungsmomente bedingt, jenes von Aldehyd $C_4H_{10}O_2$ kann durch Wechselwirkung von Methylalkohol und Essigsäure erklärt werden, indem sich zwei Molecüle Methylalkohol mit einem Molecül Essigsäure zu Dimethylacetat (= Aldehyd) umsetzen, indeß Wasser und

Sauerstoff frei wird, welch' letzterer sofort von anderen Producten gebunden wird.

$$2(CH_4O) + C_2H_4O_2 = C_4H_{10}O_2 + H_2O + O$$

Methylalkohol Essigsäure Aceton Wasser Sauerstoff

Fernere Producte der gegenseitigen Einwirkung der fetten Säuren, des Sumpfgases und des Kohlenoxydes sind das Metaceton $C_6H_{10}O$ und der Allylalkohol oder das Furfurol C_3H_6O; die geringen Mengen von Stickstoff, welche aus den Saftbestandtheilen des Holzes stammend, bei der trockenen Destillation zugegen sind, treten in Form von Methylamin CH_3H_2N und von Ammoniak auf.

Die Mengen jener Körper, aus welchen der Holzessig besteht, sind so ungemein variable, daß es nicht möglich ist, bezüglich derselben allgemein giltige Zahlen aufzustellen, indem die Zeit, während welcher das Erhitzen vorgenommen wird, hierauf von größtem Einflusse ist, so daß man aus derselben Holzgattung, bei raschem Erhitzen, oft nur einige Zehntel jener Menge von Destillationsproducten erzielt, welche man durch langsames Erhitzen erhält. Nachdem dieser Umstand für die Praxis der Holzessig- und Holzgeist-Fabrikation von höchster Bedeutung erscheint, werden wir uns mit demselben noch an späterer Stelle eingehend zu beschäftigen haben; hier sei nur erwähnt, daß man bei nicht zu rascher Destillation aus lufttrockenem Holze, zwischen 30 und 53 Percent (aus den meisten Holzgattungen im Durchschnitte aber 40 bis 45 Percent) Holzessig erhält, dessen specifisches Gewicht zwischen 1·018 und 1·030 schwankt und worin zwischen 2·5 und 8·5 Percent Essigsäurehydrat (vom Gewichte des Holzessigs gerechnet) enthalten sind.

Der Theer.

Die Producte, welche sich im Holztheer vorfinden, sind noch ungleich zahlreicher als jene, welche während der Periode,

in welcher sich noch ziemlich viel Sauerstoff in der erhitzten Holzmasse vorfindet, entstehen. Unter den als Theerproducte im eigentlichen Sinne des Wortes zu bezeichnenden Verbindungen, sind nur wenige sauerstoffhaltig und kommen nur in kleinen Mengen vor; die größte Menge der Theerproducte besteht aus Kohlenwasserstoff-Verbindungen und müssen wir uns dieselben sämmtlich dadurch entstanden denken, daß sich die Elemente Kohlenstoff und Wasserstoff in verschiedenen Temperaturen in verschiedener Weise gruppiren. Wahrscheinlich zerfällt das Aethylen in einer Temperatur, welche wenig höher liegt als jene, bei welcher es entsteht, in eine Reihe von Kohlenwasserstoff-Verbindungen wie dies z. B für das Naphtalin bewiesen ist

$$8\,(C_2\,H_4) = C_{10}\,H_8 + 6\,(C\,H_4)$$

Aethylen = Naphtalin + Sumpfgas

und könnte die Entstehung aller anderen Kohlenwasserstoffe auf dieselbe Weise erklärt werden. Wir können uns damit begnügen, die wichtigsten der im Holztheer nachgewiesenen Kohlenwasserstoffe aufzuzählen, und bemerken, daß gerade die Kenntniß über die Bestandtheile des Holztheers bis nun noch eine sehr lückenhafte genannt werden muß, indem eine größere Anzahl von Verbindungen, welche man aus dem Theere isolirt hat, noch nicht auf ihre näheren Eigenschaften untersucht ist. Ganz bestimmt sind nur die folgenden Verbindungen bekannt:

Benzol	$C_6\,H_6$	Indifferente Kohlenwasserstoffe
Toluol	$C_7\,H_8$	
Xymol	$C_8\,H_{10}$	
Cumol	$C_9\,H_{12}$	
Naphtalin	$C_{10}\,H_8$	
Paraffine*	$C_{20}\,H_{42}$	

* Unter dem Namen Paraffin sind wahrscheinlich sehr viele Verbindungen zusammengefaßt, welche zwar gleiche percentische Zusammensetzung, aber verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften besitzen, d. h. isomer sind.

Phensäure	C_6	H_6	O	Säuren
Kresylphenol	C_7	H_8	O	
Phlorylsäure	C_8	H_{10}	O	

Nachdem ein Theil dieser Verbindungen schon in einer Temperatur gebildet wird, in welcher aus dem Holze noch Essigsäure entwickelt wird, so findet man dieselben auch in gewissen Mengen im Holzessig gelöst, da die Theerproducte gemeinschaftlich mit dem Holzessig verdichtet werden. Während nach Pettenkofer die schweren Kohlenwasserstoffe erst bei einer über 360° C. liegenden Temperatur auftreten (vergl. Seite 67) wird nach Gillot schon bei 296° C. reichlich Theer gebildet; die praktische Erfahrung lehrt, daß erst bei höherer Temperatur größere Mengen von Theer entstehen und weisen auch die Siedepunkte der Mehrzahl der Theerproducte auf eine hohe Entstehungstemperatur hin; das Naphtalin siedet z. B. bei 212° C., die Paraffine erst über 300° C.

Außer den vorerwähnten im Holztheere enthaltenen Verbindungen haben verschiedene Chemiker noch eine lange Reihe von Verbindungen in demselben nachgewiesen, welche aber zur Zeit noch nicht näher untersucht sind, oder in so geringen Mengen auftreten, daß ihr Vorhandensein nur ein theoretisches Interesse besitzt. Es sind in diese Reihe das Iridol, Citriol, Rubidol, Benzidol, ferner das Retin, Pittakall, Cedriret und das Pyroxanthogen, ferner die von Reichenbach im Holztheer aufgefundenen Verbindungen Kapnomar, Pikamar, Kreosot und Xylit und das von Schweizer dargestellte Mesit zu nennen.

Die Ausbeute an Theer bei der trockenen Destillation des Holzes hängt von der angewendeten Zeit und Temperatur, aber auch wesentlich von der Beschaffenheit des Holzes ab; harzreiche Hölzer liefern immer größere Mengen von Theer als die harzfreien Holzgattungen; erstere ergeben bei

langsamer Destillation 9 bis 14, letztere 5 bis 11 Percent Theer; je schneller die Destillation geleitet wird, desto mehr erhöht sich die Ausbeute an Theer und Gas, indeß jene an Essigsäure zurücktritt. Die nachstehende Zusammenstellung giebt eine Uebersicht der bei der trockenen Destillation des Holzes auftretenden Körper und die der technisch-wichtigen Temperaturgrenzen an, innerhalb welcher dieselben wahrscheinlich entstehen.

Producte der trockenen Destillation des Holzes.

Gase		Holzessig		Theer	
Kohlensäure, Kohlenoxyd, Sumpfgas	160—360°	Ameisensäure, Essigsäure	180—300°	Benzol, Toluol, Xylol, Cumol, Naphtalin, Paraffin, Phensäure, Kresylphenol, Phlorylsäure	Von 360° aufwärts bis zur Glühhitze
Wasserstoff, Acetylen, Aethylen, Propylen, Butylen	360—432°	Propionsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Capronsäure	200—360°		
		Methylalkohol	200—360°		
		Aceton, Metaceton, Essigsäure und Methyläther, Dimethylacetat, Aldehyd, Methylaminacetat	250—360°		

Bis zur Gegenwart wird nur eine verhältnißmäßig sehr geringe Zahl der bei der trockenen Destillation des Holzes entstehenden Producte ausgenützt und gilt dies namentlich von jenen Verbindungen, welche der Reihe der Theerkörper angehören, da es von diesen eigentlich nur das hauptsächlich aus Phensäure bestehende Kreosot und die durch Destillation aus dem Theere gewinnbaren leichten und schweren Oele sind, welche Anwendung in der Industrie gefunden haben.

Es ist nun möglich, aus dem Holztheere ebenso die einzelnen in ihm enthaltenen Verbindungen auszuscheiden,

wie dies bei dem Steinkohlentheere gelungen ist; man kann aus Holztheer ebenfalls Benzol, Toluol, Naphtalin u. s. w. darstellen und aus diesen Kohlenwasserstoffen Farbstoffe bereiten; in gleicher Weise könnte aus dem Holztheere Paraffin gewonnen werden. Daß dies bis nun nicht geschieht, hat seinen Grund wohl zunächst darin, daß infolge der Anwendung der Steinkohlen zur Fabrikation von Leuchtgas der Steinkohlentheer in hinreichend großen Mengen zur Verfügung steht, um den Bedarf der Farbenfabriken zu decken und bei der Reinigung des Rohpetroleums Producte gewonnen werden, welche mit Vortheil auf Paraffin und Schmiermittel verarbeitet werden können und letztere in Petroleumraffinerien gegenwärtig schon in großen Massen gewonnen werden, daß die Verwerthung der aus Holztheer gewinnbaren Oele hierdurch bedeutend erschwert wird.

Es bleibt demnach für die Industrie nur der Weg übrig, das harzfreie Holz bei der trockenen Destillation auf Kohlen, Essigsäure und Methylalkohol als Hauptproducte zu verarbeiten und alle anderen Producte als Nebenproducte zu betrachten, welche nach Thunlichkeit verwerthet, eventuell in der Fabrik als Heizmateriale benützt werden. Hat man harzreiche Hölzer zu verarbeiten, so ist es am zweckmäßigsten, dieselben in der Weise auszunützen, daß man aus ihnen zuerst bei geringer Temperatur Essigsäure und Holzgeist gewinnt, sodann aber die Temperatur so hoch steigert, als erforderlich ist, um die Gesammtmenge des Theeres zu erzielen, indem sich aus diesem Theere durch weitere Bearbeitung das sogenannte Kienöl mit Vortheil darstellen läßt — ein Verfahren — welches besonders in jenen Gegenden, in denen Nadelholz als solches wenig Werth besitzt, sehr zu empfehlen ist.

V. Die Eigenschaften der bei der trockenen Destillation des Holzes entstehenden Verbindungen.

Von den vielen Körpern, welche sich bei der trockenen Destillation des Holzes bilden, sind nur einige wenige von Bedeutung und sind dies namentlich die Essigsäure, der Holzgeist und die aus beiden Körpern hervorgehenden Verbindungen und Zersetzungsproducte nebst jenen Verbindungen, welche aus dem Theere gewonnen werden können: Kreosot und Theeröle. Nachdem es für den Praktiker von Wichtigkeit ist, die Eigenschaften dieser Körper genau zu kennen, wollen wir dieselben nachstehend in Kürze beschreiben.

Die Essigsäure.

Im völlig reinen Zustande bildet die Essigsäure das sogenannte Essigsäurehydrat $C_2 H_4 O_2$ eine farblose Flüssigkeit, welche brennbar ist, einen stechend saueren Geruch besitzt und auf die Haut gebracht, dieselbe sofort unter Bildung einer Brandblase zerstört. Sie siedet bei 117·3° C. und erstarrt schon bei 4° C. zu einer Krystallmasse von blätterigem Gefüge, welche erst bei + 16° C. wieder schmilzt.

Infolge dieser Eigenschaft hat man ihr auch den Namen: „Eisessig" (Acidum aceticum glaciale) gegeben und dient dieselbe als bequemes Mittel, um die Concentration des Productes zu beurtheilen. Die Fähigkeit, bis + 16° C. krystallinisch zu bleiben, kommt nämlich nur dem Essigsäurehydrate als solchem zu; schon bei einem sehr geringen Wassergehalte erstarrt die Essigsäure nur mehr theilweise und auch dann nur, wenn die Temperatur dem Nullpunkte nahe liegt.

Bei Gegenwart von 2 Percent Wasser findet selbst bei 0° noch keine Krystallbildung statt. Läßt man höchst concentrirte Essigsäure an der Luft stehen, so nimmt sie aus derselben Wasser auf und hat dann infolge dessen die Eigenschaft, zu krystallisiren, bald ganz verloren.

Im Handel prüft man die Essigsäure auf ihre Concentration durch ihr Verhalten gegen Citronenöl, welch' letzteres sich nur in einer Säure auflöst, die höchstens 2 Percent Wasser enthält; andere ätherische Oele lösen sich in minder concentrirter Säure, z. B. Nelkenöl schon in 90percentiger Säure. Die Essigsäure ist mit Wasser, Alkohol, Aether in jedem Verhältnisse mischbar und ist selbst ein Lösungsmittel für viele Körper; sie vermag z. B. Fibrin, Nitrocellulose und Kampher aufzulösen. Das specifische Gewicht der Essigsäure ist bei verschiedenen Temperaturen sehr verschieden groß und beträgt

nach Mohr bei		
12·5° C. = 1·0630	nach Oudemans	= 1·0553 bei 15° C.
15·5° C. = 1·0600	„ Mendelejeff	= 1·0607
20·0° C. = 1·0550	„ Kopp	= 1·0590
25·0° C. = 1·0498	„ Roscoe	= 1·0564
26·2° C. = 1·0480		

Gemische aus Essigsäure und Wasser zeigen ein eigenthümliches Verhalten in Bezug auf ihr specifisches Gewicht; das specifische Gewicht der Mischungen nimmt zu, bis das Gemische 77 Percent Essigsäurehydrat enthält — es erfolgt Contraction — und sinkt dann langsam herab; eine Säure von 54 Percent Essigsäurehydrat hat dasselbe specifische Gewicht, wie die 100percentige Säure. Es wäre höchst wünschenswerth, die Bestimmung des Percentgehaltes an Essigsäure unmittelbar mittelst des Aräometers zu ermitteln und wurden diesbezüglich auch von verschiedenen Chemikern Tabellen angefertigt, welche das Verhältniß zwischen

dem specifischen Gewichte und dem Gehalte an Essigsäure-hydrat anzeigen. Nachstehend sind zwei dieser Tabellen (von Mohr und Oudemans) angeführt und können die Angaben derselben benützt werden, um den Percentgehalt oberflächlich zu ermitteln. Sie eignen sich aber absolut nicht in jenen Fällen, in welchen es sich um genaue Bestimmungen handelt, indem die Essigsäure zu jenen Körpern gehört, welche ihr specifisches Gewicht schon bei geringen Temperaturschwankungen so bedeutend ändern, daß durch bloße Ermittlung des specifischen Gewichtes sehr große Fehler in der Bestimmung des Percentgehaltes unterlaufen können und ist der einzige Weg, den Percentgehalt an Essigsäure mit voller Schärfe zu bestimmen, jener mittelst der Maßanalyse.

Tabelle

über den Gehalt einer Essigsäure an Essigsäure-Hydrat.

Percent Essigsäure-Hydrat	Specifisches Gewicht		Percent Essigsäure-Hydrat	Specifisches Gewicht	
	nach Mohr bei 12·5° C.	nach Oudemans bei 15° C.		nach Mohr bei 12·5° C.	nach Oudemans bei 15° C.
100	1·0635	1·05530	50	1·0600	1·06150
99	1·0655	1·0580	49	1·0590	1·06070
98	1·0670	1·0604	48	1·0580	1·0598
97	1·0680	1·0625	47	1·0560	1·5589
96	1·0690	1·0644	46	1·0550	1·0580
95	1·0700	1·0660	45	1·0550	1·0571
94	1·0706	1·0674	44	1·0540	1·0562
93	1·0708	1·0686	43	1·0530	1·0552
92	1·0716	1·0696	42	1·0520	1·0543
91	1·0721	1·0705	41	1·0510	1·0533
90	1·0730	1·0713	40	1.0510	1·0523
89	1·0730	1·0720	39	1·0500	1·0513
88	1·0730	1·0726	38	1·0490	1·0502
87	1·0730	1·0731	37	1·0480	1·0492
86	1·0730	1·0736	36	1·0470	1·0481
85	1·0730	1·0739	35	1·0460	1·0470

Percent Essigsäure-Hydrat	Specifisches Gewicht		Percent Essigsäure-Hydrat	Specifisches Gewicht	
	nach Mohr bei 12·5° C.	nach Oudemans bei 15° C.		nach Mohr bei 12·5° C.	nach Oudemans bei 15° C.
84	1·0730	1·0742	34	1·0450	1·0459
83	1·0730	1·0744	33	1·0440	1·0447
82	1·0730	1·0746	32	1·0420	1·0436
81	1·0732	1·0747	31	1·0410	1·0424
80	1·0735	1·0748	30	1·0400	1·0412
79	1·0735	1·0748	29	1·0390	1·0400
78	1·0732	1·0748	28	1·0380	1·0388
77	1·0732	1·0748	27	1·0360	1·0375
76	1·0730	1·0747	26	1·0350	1·0363
75	1·0720	1·0746	25	1·0340	1·0350
74	1·0720	1·0744	24	1·0330	1·0337
73	1·0720	1·0742	23	1·0320	1·0324
72	1·0710	1·0740	22	1·0310	1·0311
71	1·0710	1·0737	21	1·0290	1·0298
70	1·0700	1·0733	20	1·0270	1·0284
69	1·0700	1·0729	19	1·0260	1·0270
68	1·0700	1·0725	18	1·0250	1·0256
67	1·0690	1·0721	17	1·0240	1·0242
66	1·0690	1·0717	16	1·0230	1·0228
65	1·0680	1·0712	15	1·0220	1·0214
64	1·0680	1·0707	14	1·0200	1·0200
63	1·0680	1·0702	13	1·0180	1·0185
62	1·0670	1·0697	12	1·0170	1·0171
61	1·0670	1·0691	11	1·0160	1·0157
60	1·0670	1·0685	10	1·0150	1·0142
59	1·0660	1·0679	9	1·0130	1·0127
58	1·0660	1·0673	8	1·0120	1·0113
57	1·0650	1·0666	7	1·0100	1·0098
56	1·0640	1·0660	6	1·0080	1·0083
55	1·0640	1·0653	5	1·0070	1·0067
54	1·0630	1·0646	4	1·0050	1·0052
53	1·0630	1·0638	3	1·0040	1·0037
52	1·0620	1·0631	2	1·0020	1·0022
51	1·0610	1·0623	1	1·0010	1·0007
			0	—	0·9992

Von den Zersetzungsproducten, welche die Essigsäure zu liefern vermag, interessiren uns hier hauptsächlich jene, welche durch Einwirkung von Wärme entstehen. Für sich

allein erhitzt, vermag die Essigsäure verhältnißmäßig sehr hohe Temperaturen zu ertragen, ohne zersetzt zu werden und kann man z. B. Essigsäuredampf durch ein glühendes Porzellanrohr leiten, ohne daß Zersetzung eintritt. Dieselbe findet aber schon bei schwacher Glühhitze statt, wenn die Essigsäuredämpfe mit Kohle zusammentreffen und ist dies jener Fall, welcher bei der trockenen Destillation des Holzes eintritt.

Dauert diese Berührung der Essigsäuredämpfe mit Kohle durch geraume Zeit, so entsteht ein Gasgemenge, welches aus Sumpfgas, Kohlensäure und Kohlenoxyd besteht. (Letzteres wird aus der Einwirkung der Kohle auf die Kohlensäure gebildet.)

$$\underset{\text{Essigsäure}}{C_2 H_4 O_2} = \underset{\text{Sumpfgas}}{C H_4} + \underset{\text{Kohlensäure}}{C O_2}$$

Das Aceton.

Bei minder hoher Temperatur wird durch die Zersetzung der Essigsäure Aceton $C_3 H_6 O$ gebildet, dessen Entstehung durch folgende Gleichung versinnlicht wird:

$$\underset{\text{Essigsäure}}{2\,(C_2 H_4 O_2)} = \underset{\text{Aceton}}{C_3 H_6 O} + \underset{\text{Kohlensäure}}{C O_2} \quad \underset{\text{Wasser.}}{H_2 O}$$

Das Aceton findet sich immer im Holzessig vor und ist in reinem Zustande eine bei 56° C. siedende Flüssigkeit von 0·814 specifischem Gewichte, angenehmem aromatischen Geruche und brennendem Geschmacke, welche leicht entzündlich ist und sich mit Wasser, Alkohol und Aether mischen läßt. Das Aceton zeichnet sich durch ein sehr großes Lösungsvermögen für Fette, Harze, ätherische Oele, Schießbaumwolle u. s. w. aus und hat hierdurch eine gewisse Bedeutung in der Industrie erlangt.

Das Metaceton.

Mit dem Aceton im Zusammenhange steht das Metaceton $C_6 H_2 O$, welches entstehen kann, wenn aus zwei Molecülen Aceton ein Molecül Wasser ausgeschieden wird.

$$\underset{\text{Aceton}}{2\,(C_3 H_6 O)} = \underset{\text{Metaceton}}{C_6 H_{10} O} + \underset{\text{Wasser}}{H_2 O}$$

Das Metaceton ist eine angenehm aromatisch riechende Flüssigkeit von geringem specifischen Gewichte, welche bei 84 Grad siedet und unter dem Einflusse oxydirender Körper in Essigsäure, Propionsäure und Kohlensäure zerfällt.

Das Dimethylacetat

entsteht bei der trockenen Destillation des Holzes, wahrscheinlich durch wechselweise Einwirkung von Methylalkohol und Essigsäure und hat die Zusammensetzung $C_4 H_{10} O_2$ oder entsprechend der eben angegebenen Entstehungsweise

$$\left.\begin{matrix} C_2 H_4 \\ (C H_3)_2 \end{matrix}\right\} O_2$$

Der Aldehyd (Acetaldehyd).

Diese Verbindung, welche aus dem Aethylalkohol durch Einwirkung kräftiger Oxydationsmittel gewonnen werden kann, ist ein Körper, welcher auch einen ständigen Bestandtheil der Producte der trockenen Destillation des Holzes bildet; wahrscheinlich entsteht er durch Einwirkung des stark reducirend wirkenden Kohlenoxydes auf die Essigsäure.

$$\underset{\text{Essigsäure}}{C_2 H_4 O_2} + \underset{\text{Kohlenoxyd}}{C O} = \underset{\text{Aldehyd}}{C_2 H_4 O} + \underset{\text{Kohlensäure}}{C O_2}$$

Der Acetaldehyd ist eine Flüssigkeit von betäubendem Geruche, welche sich durch sehr niederen Siedepunkt (22°) auszeichnet und deren specifisches Gewicht = 0·800 ist; der sehr nieder liegende Siedepunkt verursacht, daß im

Falle nicht eine ganz ausgezeichnete Kühlung der Destillationsproducte stattfindet, der größte Theil der Aldehyddämpfe unverdichtet bleibt und durch die Gase fortgerissen wird. Immerhin findet man in Holzessig stets eine gewisse Menge von Aldehyd und verdankt der Holzessig seine Eigenschaft, aus Silbersalzen das Silber in Form eines glänzenden Spiegels abzuscheiden, hauptsächlich seinem Gehalte an dem stark reducirend wirkenden Aldehyde.

In Berührung mit Luft geht der Aldehyd langsam in Essigsäure über und enthält vielleicht aus diesem Grunde Holzessig, nachdem er durch lange Zeit mit Luft in Berührung war, etwas mehr Essigsäure als früher.

Wie erwähnt, entstehen bei der trockenen Destillation des Holzes neben der Essigsäure noch eine Reihe anderer Verbindungen, welche derselben Reihe, jener der sogenannten „fetten Säuren", angehören und kennt man von diesen Verbindungen mit Bestimmtheit (vergleiche Seite 75) die Ameisen-, Propion-, Butter-, Valerian- und Capronsäure. Bekanntlich entsprechen der Reihe der Säuren andere Reihen organischer Verbindungen, und zwar Kohlenwasserstoffe, (Radicale), Alkohole, Aether und Ketone, und ist es wahrscheinlich, daß sich im Holzessig auch alle diesen Reihen angehörigen Verbindungen vorfinden werden, welche den oben genannten Säuren entsprechen; eine größere Anzahl dieser Verbindungen ist thatsächlich schon nachgewiesen worden. Wir wählen als Beispiel für diese Reihen von Verbindungen die Essigsäure, welche der Fettsäurereihe $C_n H_{2n} O_2$ angehört. Die Zusammensetzung der dieser Reihe zu Grunde liegenden Kohlenwasserstoffe ist $C_n H_{2n}$. Die Zusammensetzung der diesen Radicalen entsprechenden Alkohole ist $C_n H_{2n+2n} O$, die des Aldehyds $C_n H_{2n} O$, jener der Ketone $C_{2n-1} H_{4n-2} O$, und für die Säure $C_{2n} H_{2n} O_2$.

Typus des:

Kohlenwasserstoffes	$C_n H_{2n} = C_2 H_4$	= Aethylen
Alkoholes . . .	$C_n H_{2n+2} O = C_2 H_6 O$	= Aethylalkohol
Aldehydes . . .	$C_n H_{2n} O = C_2 H_4 O$	= Acetaldehyd
Säureradicales .	$C_n H_{n+1} O = C_2 H_3 O$	= Acetyl
Säure	$C_n H_{2n} O_2 = C_2 H_4 O_2$	= Acetylsäurehydrat (Essigsäure)
Ketones . .	$C_{2n-1} H_{4n-2} O = C_3 H_6 O$	= Aceton

Theoretisch läßt sich annehmen, daß auch alle dem Propylen ($C_3 H_6$) Butylen ($C_4 H_8$) u. s. w. entsprechenden Verbindungen im Holzessig vorhanden seien und sind einzelne Glieder derselben, namentlich jene aus der Reihe der Säuren, schon aufgefunden worden.

Unter den in diese Gruppe gehörigen Alkoholen ist bis nun nur der Methylalkohol (Holzgeist) aufgefunden worden; die Entstehung von Aethylalkohol scheint sehr wahrscheinlich zu sein, doch dürfte derselbe unmittelbar nach seinem Entstehen wieder zersetzt werden.

Der Methylalkohol,

Methyloxydhydrat oder Holzgeist $C H_4 O$ ist im reinen Zustande eine farblose Flüssigkeit von 0·800 specifischem Gewichte, welche nach Würtz bei 66·3° C. siedet, einen eigenthümlichen Geruch und brennenden Geschmack besitzt; angezündet brennt es mit schwach leuchtender Flamme; bildet mit Chlorcalcium eine krystallinische Verbindung, welche auf Zusatz von Wasser wieder zerfällt Der Holzgeist löst Harze und ätherische Oele und wird aus diesem Grunde in der Lack- und Firniß-Fabrikation verwendet und kann auch an Stelle von Alkohol als Heizmateriale benützt werden. In neuerer Zeit ist der Holzgeist zu einem Körper geworden,

welcher vielfach in der Fabrikation der sogenannten Anilinfarben angewendet wird.

Der rohe Holzgeist, wie er ursprünglich aus dem Holzessig gewonnen wird, ist ein Gemenge aus Methylalkohol, Essigsäure-Methyläther, allen leicht flüchtigen Zersetzungsproducten der Essigsäure (Aceton, Metaceton, Aldehyd, Dimethylacetat und der leicht flüchtigen Kohlenwasserstoffe. Die Reindarstellung des Methylalkoholes ist daher mit gewissen Schwierigkeiten verknüpft und werden wir auf dieselbe an späterem Orte zurück zu kommen haben.

Die Theerproducte.

Die Kohlenwasserstoffe der Reihe $C_n H_{2n-6}$.

Die Eigenschaften der im Theere vorkommenden Producte weichen, so weit die letzteren Kohlenwasserstoffe sind, ziemlich weit von einander ab und sind jene, welche bei gewöhnlicher Temperatur flüssig sind, durchwegs Flüssigkeiten von geringem specifischen Gewichte, aber verschiedenen Siedepunkten, welche verschiedenen nach einem bestimmten Typus zusammengesetzten Reihen angehören und von denen jene, aus der Reihe $C_n H_{2n-6}$ (Benzol, Toluol, Xymol, Cumol, Cymol) die bestgekannten sind.

Benzol	siedet bei	82°,	specifisches	Gewicht	0·850
Toluol	„ „	111°,	„	„	0·870
Xymol	„ „	139°,	„	„	0·875
Cumol	„ „	166°,	„	„	0·887
Cymol	„ „	175°,	„	„	0·850

Diese Körper haben die Eigenschaft, in den Typus Ammoniak eingeführt, Basen zu liefern, welche als substituirte Ammoniake anzusehen sind, die durch Behandlung mit oxydirenden Körpern in Farbstoffe (sogenannte Theerfarben, Anilinfarben) übergeführt werden können.

Als Beispiel möge hier die Umsetzung des Benzols angeführt werden:

Benzol $C_6 H_6$ ist die Wasserstoffverbindung des Radicales Phenyl $C H_5$, somit Phenylwasserstoff $\left.\begin{matrix} C_6 H_5 \\ H \end{matrix}\right\}$; durch Ueberführung von Benzol in Nitrobenzol $= \left.\begin{matrix} C_6 H_5 \\ N O_2 \end{matrix}\right\}$ und Behandlung desselben mit Wasserstoff im Entstehungsmomente erhält man das Phenylamin oder Anilin.

$$\left.\begin{matrix} C_6 H_5 \\ N O_2 \end{matrix}\right\} + 6 H = \left.\begin{matrix} C_6 H_5 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N + 2 H_2 O$$

Nitrobenzol — Phenylamin-Anilin

Nach demselben Schema können aus dem Toluol, Cumol, kurz, aus allen in diese Reihe gehörigen Kohlenwasserstoffen Nitroverbindungen und Amine dargestellt werden, welch' letztere bei passender Behandlung in farbige Körper übergehen. Der bekannte rothe Farbestoff, das Fuchsin oder Rosanilin entsteht durch Oxydation von zwei Atomen Toluidin und einem Atom Anilin und besteht aus Ammoniak, in welchem aller Wasserstoff durch Phenyl und Tolyl vertreten ist.

$$2 \left.\begin{matrix} C_7 H_7 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N + \left.\begin{matrix} C_6 H_5 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} N + 3 O = \left.\begin{matrix} C_7 H_7 \\ C_7 H_7 \\ C_6 H_5 \end{matrix}\right\} N_3 + 3 H_2 O$$

Tolylamin — Phenylamin — Rosanilin

Gegenwärtig werden die Anilinfarben ausschließlich aus Steinkohlentheer gewonnen und wäre eine solche Gewinnung auch aus Holztheer möglich; bis nun liegen in dieser Richtung nur Versuche vor, welche aber vollständig gelungen sind. — Die Entdeckung der Darstellung von neuen Farbstoffen aus den im Holztheer enthaltenen Kohlenwasserstoffen würde der

Verwerthung des Holzes durch trockene Destillation einen mächtigen Aufschwung geben, indem dann die Destillation hauptsächlich zum Zwecke der Gewinnung von Theer ausgeführt würde und sehr große Mengen von Theer erforderlich sind, um gewisse Mengen an Kohlenwasserstoffen zu liefern.

Im Holztheere wurden neben den bei höherer Temperatur siedenden Kohlenwasserstoffen Benzol, Toluol u. s. w. noch einige andere nachgewiesen, welche sich durch sehr nieder liegende Siedepunkte und geringes specifisches Gewicht auszeichnen. Es sind dies die nachstehend angeführten Kohlenwasserstoffe:

Iridol	siedet	bei	47°	C.	specifisches	Gewicht	0·660
Citriol	„	„	52	„	„	„	0·700
Rubidol	„	„	57	„	„	„	0·750
Coridol	„	„	60	„	„	„	0·800
Benzidol	„	„	70	„	„	„	0·850

Auch diese Kohlenwasserstoffe können durch Behandlung mit Salpetersäure in Nitroverbindungen übergeführt werden, aus welchen sich durch Reduction Amine darstellen lassen, welche ihrerseits wieder in farbige Verbindungen umgewandelt werden können. Zur Zeit fehlen noch eingehendere Untersuchungen über diese Körper fast vollständig.

Naphtalin und Paraffin.

Das Naphtalin und das Paraffin sind zwei Kohlenwasserstoffe, welche ebenfalls im Holztheere vorkommen, bei gewöhnlicher Temperatur fest sind und sich durch hochliegende Siedepunkte auszeichnen. Das Naphtalin erscheint in Form glänzender weißer Krystallblättchen, welche bei 79° C. schmelzen, bei 212° C. sieden; die Zusammensetzung des Naphtalins ist $C_{10} H_8$ oder $C_{10} H_7$. H (Naphtylwasserstoff). Aus dem

Naphtalin läßt sich durch Nitrirung Nitronaphtalin $C_{10} H_7 NO_2$ und aus diesem Naphthylamin gewinnen, welches zur Fabrikation von gelben und rothen Farben dient.

Die im Holztheere vorkommenden Kohlenwasserstoffe mit den höchstliegenden Siedepunkten 360 bis 400 Grad werden als Paraffine bezeichnet und gehören wahrscheinlich der Reihe Cn H_2n an. Die Paraffine haben je nach dem Materiale, aus welchem sie gewonnen werden, verschieden hohe Schmelzpunkte 40 bis 65° C. und zeichnen sich alle hieher gehörigen Verbindungen durch sehr große chemische Indifferenz aus.

Viele Sorten des Holztheeres sind von einer dickflüssigen und griesigen Beschaffenheit, was auf einen hohen Gehalt an Paraffinen schließen läßt; thatsächlich wurde auch das Paraffin zuerst aus Buchenholztheer (von Reichenbach) dargestellt; gegenwärtig ist wenig Aussicht dafür, daß die Darstellung von Paraffin aus Holztheer ein lohnendes Unternehmen wäre, da aus dem Rohpetroleum bedeutende Mengen von Paraffin anläßlich der Raffination desselben gewonnen werden und diese Industrie in so großem Maßstabe betrieben wird, daß eine Concurrenz mit derselben sehr schweren Stand hätte.

Kohlenwasserstoffverbindungen, welche sich außer den genannten noch in geringen Mengen im Holztheere vorfinden, sind Chrysen $C_{12} H_8$, Reten $C_{18} H_{18}$, Pyren $C_{15} H_{15}$.

Die sauerstoffhaltigen Theerproducte (Kreosot).

Die sauerstoffhaltigen Verbindungen, welche sich im Holztheere vorfinden, sind theils Glieder der Phenolreihe oder gehören der Guajakolreihe an; die Flüssigkeit, welche mit dem Namen Holztheer-Kreosot bezeichnet wird, besteht aus einem Gemenge der hieher gehörigen Verbindungen. Die der Phenolreihe angehörigen Verbindungen sind:

Phensäure oder Carbolsäure	$\left.\begin{matrix} C_6H_5 \\ H \end{matrix}\right\} O$	C_6H_7O
Kresylphenol oder Kresylsäure . .	$C_6H_4 < \begin{matrix} OH \\ CH_3 \end{matrix}$	C_7H_8O
Phlorol- oder Phlorylsäure . .	$C_6H_3 \leqq \begin{matrix} OH \\ CH_3 \\ CH_3 \end{matrix}$	$C_8H_{10}O$

Die Carbolsäure kommt unter diesen drei Säuren in geringster Menge vor. Die Verbindungen aus der Guajakolreihe, welche im Holztheere gefunden werden, sind:

Oxyphensäure (Brenzkatechin) . .	$C_6H_4 < \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix}$	$C_6H_6O_2$
Oxyphensäure-Monomethyläther (Guajakol)	$C_6H_4 < \begin{matrix} OCH_3 \\ OH \end{matrix}$	$C_7H_8O_2$
Kreosol (Homoguajakol) . . .	$C_6H_3 \leqq \begin{matrix} CH_3 \\ OCH_2 \\ OH \end{matrix}$	$C_8H_{10}O_2$

Aus dem Steinkohlentheer läßt sich ebenfalls ein „Kreosot" darstellen, welches aber in chemischer Beziehung fast ausschließlich aus Carbolsäure besteht, und nicht für die medicinischen Zwecke gebraucht werden kann, zu welchen das Holztheer-Kreosot dient. Letzteres ist eine eigenthümlich scharf nach Rauch riechende Flüssigkeit, welche auf der Haut Brandblasen hervorbringt, Eiweiß gerinnen macht und sehr kräftig antizymotisch und antiseptisch (gährungs- und fäulnißwidrig) wirkt; die conservirende Wirkung des Räucherns von Fleisch beruht auf dem Gehalte des Holzrauches an diesem Körper.

Seitdem man in mehreren Städten die Fabrikation von Leuchtgas aus Holz eingeführt hat, kommen auch Holztheer-Kreosote im Handel vor, welche sehr reich an Carbolsäure sind und läßt sich diese Erscheinung auf die Verhältnisse zurückführen, unter denen der Theer, aus welchem das betreffende Kreosot gewonnen wurde, entstand.

Wenn es sich darum handelt, aus dem Holze leuchtende Gase zu gewinnen, muß das Holz so schnell als möglich auf eine hohe Temperatur erhitzt werden und entsteht unter diesen Umständen eine reichliche Menge von Carbolsäure, welche in das Kreosot übergeht. Nimmt man hingegen die trockene Destillation bei langsam gesteigerter Temperatur vor, so erhält man Theer, welcher vorzugsweise Kreosol und Guajakol enthält. Nachdem die Carbolsäure ein verhältnißmäßig sehr giftiger Körper ist, so sollte Kreosot, welches für medicinische Zwecke bestimmt ist, nur von solchen Fabriken dargestellt werden, welche die trockene Destillation des Holzes hauptsächlich der Gewinnung von Essigsäure wegen ausführen.

Weitere im Holztheere vorkommende Verbindungen.

Nebst den bisher geschilderten Bestandtheilen des Holztheeres sind von verschiedenen Chemikern noch eine ganze Reihe von Verbindungen als im Holztheere vorkommend angegeben worden; es ist zwar nicht zu bezweifeln, daß in Holztheer noch mehrere nur sehr wenig studirte Körper enthalten seien, welche aber noch nicht in reinem Zustande dargestellt wurden; was man als Eupion, Pikamar, Kapnomar, Pittakall, Cedriret, Pyroxanthogen, Mesit, Xylit u. s. w. bezeichnet, besteht wahrscheinlich aus Gemengen verschiedener Körper. Soweit diese Verbindungen bekannt sind, müssen sie als Kohlenwasserstoffe angesehen werden, welche verschiedenen Verbindungsreihen angehören; einige derselben wie das Cedriret und Chrysen geben mit Säuren charakterische Farbenreactionen und ist das Pittakall selbst schön dunkelblau gefärbt. Dasselbe entwickelt beim Erhitzen Ammoniak, enthält somit Stickstoff, letzteren wahrscheinlich in Form von

Verbindungen, welche man als substituirte Ammoniake bezeichnet.

Bis nun hat keine von diesen Verbindungen technische Bedeutung erlangt; man hat aber Gelegenheit, dieselben bei der Reindarstellung des Natriumacetates zu beobachten; die noch nicht genügend geröstete Schmelze des Rohsalzes giebt beim Behandeln mit Wasser Lösungen, welche sehr schön blau, violett, roth bis orange gefärbt sind und werden diese Färbungen durch Zersetzungsproducte der Theerstoffe hervorgebracht.

VI. Die Darstellung von Kohle und Theer aus Holz.

Die Verwerthung des Holzes auf thermochemischem Wege kann in sehr verschiedener Weise erfolgen, entweder nach dem ältesten und wenigst einträglichen Verfahren des Kohlebrennens — wobei von der Gewinnung der Destillationsproducte ganz abgesehen wird — oder nach neueren, mehr weniger zweckmäßigen Verfahren, nach welchem neben Kohle die Nebenproducte Holzessig und Theer vollständig oder theilweise gewonnen werden.

Das erstgenannte Verfahren — das Kohlebrennen — wird trotz der wenig ökonomischen Ausnützung, welche das Holz erfährt, noch in sehr vielen holzreichen Ländern Europas, Steiermark, Ungarn, Skandinavien u. s. w. in großem Maßstabe angewendet, indem dort das Holz oft nur in Form von Kohle mit einigem Nutzen verwerthet werden kann.

Das Kohlenbrennen.

Die Stöße oder Haufen, welche man in verschiedener Form aus dem zu verkohlenden Holze aufbaut, werden bekanntlich Meiler genannt und müssen eine solche Einrichtung

erhalten, daß das Holz in ihnen nicht mit Flamme verbrannt, sondern nur trocken destillirt und den Destillationsproducten der Ausweg ermöglicht werde. Damit dies möglich sei, überdeckt man den fertig gestellten Meiler mit einer ziemlich dicken Schichte von Erde oder Kohlenklein, welche das Entweichen der dampfförmigen Destillationsproducte gestattet und bringt an verschiedenen Stellen des Meilers verschließbare Oeffnungen an, welche es ermöglichen, den zur unvollständigen Verbrennung einer gewissen Holzmenge nothwendigen Luftstrom an jenen Stellen in den Meiler treten zu lassen, an welchen die trockene Destillation erfolgen soll.

Nachdem es nur dann möglich ist, ganz gleichförmig gebrannte Kohlen zu erhalten, wenn sich das Feuer mit einer gewissen Regelmäßigkeit durch alle Theile des Meilers fortpflanzt, ist es von großer Wichtigkeit, dem Meiler die hierfür geeignetste Form zu geben und lehrt die Erfahrung, daß es in diesem Falle am zweckmäßigsten sei, den Meiler in Gestalt eines Kegels oder einer Halbkugel aufzubauen.

In früherer Zeit waren die sogenannten liegenden Meiler häufig in Verwendung. Dieselben hatten ein Rechteck zur Basis und wurden so aufgebaut, daß die obere Fläche des Meilers eine geneigte Ebene darstellt; die Seitenwände waren mit Brettern belegt, welche durch außen angebrachte Pfähle gestützt wurden, um das Kohlenklein, womit auch die Seitenflächen des Meilers bedeckt sein müssen, zusammenzuhalten. Gegenwärtig werden Meiler von dieser Form nur mehr selten angewendet, indem es bei derartigem Aufbau des Meilers nicht möglich ist, das Feuer so gleichförmig zu leiten, wie bei den kegelförmigen Meilern.

Der Aufbau eines kegelförmigen Meilers erfolgt in der Weise, daß man auf der völlig geebneten Kohlenstätte, deren Oberfläche zweckmäßig mit Kohlenklein bedeckt wird,

um die unmittelbare Berührung des Holzes mit der feuchten Erde hintanzuhalten, einen vertical stehenden Pfahl, den Quandelstock, aufrichtet und rings um diesen Holzscheite so anlehnt, daß sie schwach gegen den Quandelstock geneigt sind. Der weitere Aufbau des Meilers findet entweder ganz aus aufrecht stehenden oder auch horizontal geschichteten Scheitern statt und erhält der Meiler eine halbkugelige Form oder die Gestalt eines abgestutzten Kegels. An der Basis desselben bringt man einen vom Umfange des Meilers bis an den Quandelstock reichenden Canal an, durch welchen die Entzündung des Meilers erfolgt oder gibt zweckmäßig dem Meiler die Einrichtung, daß der Quandel nach beendetem Aufbau des Meilers ausgezogen und die cylindrische Oeffnung, welche hiedurch entsteht, mit leicht brennbarem Materiale: Reisig, gespaltenen Bränden (Röstholz) ausgefüllt wird; die Entzündung des Meilers erfolgt dann von oben.

Nach Vollendung des Aufbaues erhält der Meiler die oben erwähnte Decke, welche man in der Weise anfertigt, daß man rings um den Fuß des Meilers Reisig schichtet und das Holz mit Rasen überdeckt, auf welchem dann die Schichte von Kohlenklein angebracht wird. Die Reisigschichte hat den Zweck, am Beginne der Arbeit unten ziemlich reichlich Luft in den Meiler treten zu lassen und hierdurch die allseitige Ausbreitung des Verkohlungsvorganges zu befördern; die Rasendecke bietet einen sehr dicht anliegenden Verschluß, kann aber auch weggelassen werden; in letzterem Falle ist es aber nothwendig, die aus Kohlenklein bestehende Deckschichte etwas dicker zu machen, als wenn gleichzeitig Rasen verwendet wird.

Beim Aufbau des Meilers werden die größten Klötze in die Mitte desselben gesetzt, indem daselbst andauernd die höchste Temperatur herrscht und die vollständige Verkohlung

möglich wird; nach außen hin wendet man schwächere Scheiter an, gebraucht aber immer die Vorsicht, die zwischen den einzelnen Scheiten bleibenden Räume mit dünnem Astholz auszufüllen. Zweckmäßig wendet man auch den Kunstgriff an, diese Zwischenräume mit Kohlenklein auszufüllen; sobald der Meiler in Brand gesteckt wird, geräth dieses Kohlenklein rasch in Gluth und bewirkt die trockene Destillation des Holzes. Nachdem in diesem Falle der größte Theil der Wärme, welche zum Garbrennen der Kohle erforderlich ist, durch das Verbrennen des Kohlenkleins geliefert wird, erhält man eine größere Ausbeute an Kohle als man ohne Anwendung dieses Kunstgriffes erzielen würde. (Amerikanische Meiler.)

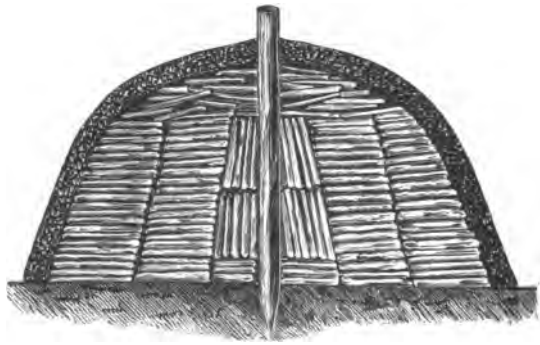
Die Decke des Meilers wird an dem oberen Theile desselben und namentlich an der Wölbung dicker gemacht, als unten, indem verhütet werden muß, daß die Dämpfe leicht nach oben entweichen; würde das letztere geschehen, so wäre die Folge davon, daß im Innern des Meilers ein zu kräftiger Luftzug entstünde und ein Theil der fertigen Kohle zwecklos verbrannt würde. In Fig. 1 ist die Abbildung eines Meilers in der äußeren Ansicht und in Fig. 2 im Querschnitte gegeben — die Art des Aufbaues wechselt in verschiedenen Ländern — bisweilen wird die ganze unterste Schichte der Klötze aufgestellt und auch der ganze Meiler in dieser Weise aufgebaut, bisweilen besteht nur der nächst dem Mittelpunkte liegende Theil des Meilers aus aufrecht stehenden Klötzen, der Rest aus horizontal geschichteten Scheitern u. s. w. Am zweckmäßigsten scheint es zu sein, den ganzen Meiler aus vertical gestellten Scheitern zu errichten, indem die sich aus dem Holze entwickelnden Gase zwischen den aufrecht stehenden Scheitern am leichtesten emporsteigen können und auch beim Zusammensinken des Meilers in sich selbst die Kohlen nicht so stark zerbrochen werden, wie dies

der Fall ist, wenn der Meiler aus horizontal liegenden Scheitern hergestellt wurde.

Ebenso wechselnd wie die Gestalt der Meiler und die Art ihres Aufbaues, ist die Größe derselben; in Steiermark,

Fig. 1.

Fig. 2.



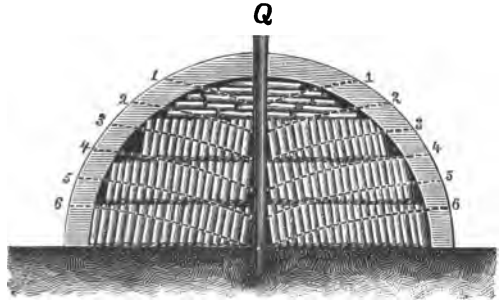
woselbst sehr viele Holzkohle für die Zwecke der Eisen-Fabrikation dargestellt wird, errichtet man (meist liegende) Meiler mit mehr als 300 Cubikmeter Rauminhalt, kleine Meiler haben oft nur 25 bis 30 Cubikmeter Inhalt. Als

zweckmäßigste Größe der Meiler giebt man 90 bis 160 Cubikmeter an, und zeigten diese Zahlen schon durch ihren großen Unterschied, daß sie keinen praktischen Werth haben. In Rußland (Wolhynien) sollen Meiler von 20 bis 30 Meter Durchmesser und einem Inhalte von 1000 bis 2000 Cubikmeter gebaut werden, welche sehr lange Zeit in Brand erhalten werden, und bei welchen weniger auf die Kohlen als auf den Theer Werth gelegt wird. Ein richtig gebauter Meiler, welcher während des Brandes gehörig überwacht ist, wird immer Kohlen von guter Beschaffenheit ergeben — einerlei ob der Meiler groß oder klein angelegt wurde. Der kleine Meiler wird zwar in kürzerer Zeit gargebrannt sein als der große, ein Umstand, der aber dadurch ausgeglichen wird, daß man zum Aufbau und zum Zerlegen eines kleinen Meilers verhältnißmäßig mehr Zeit bedarf, als bei größeren Meilern. Das wichtigste Moment bei der Anlage des Meilers ist, denselben so zu bauen, daß der Luft nach allen Theilen des Meilers in entsprechender Weise Zutritt und den sich bildenden Gasen und Dämpfen Abzug verschafft werde. Wäre Ersteres nicht möglich, so könnte das Feuer nicht zu den betreffenden Holzpartien gelangen, dieselben würden zu schwach erhitzt und infolge dessen Brände geben; durch die Hemmung des Abzuges der Dämpfe könnte aber sehr bald im Innern des Meilers ein Druck von solcher Höhe entstehen, daß die Decke abgeworfen und das Holz in Flammen ausbrechen würde. Um den Dämpfen Ausweg zu gestatten und den Luftzug im Meiler regeln zu können, bringt man rings am Umfange des Meilers Oeffnungen an, welche, in gewissen Abständen von einander liegen und steckt den fertigen Meiler am zweckmäßigsten dadurch in Brand, daß man in den durch Ausziehen des Quandelstockes Q entstandenen Schacht glühende Kohlen und Reisig oder gespaltenes Röstholz wirft,

während alle Oeffnungen an dem Meiler bis auf die oberste in der Mitte befindliche geschlossen bleiben. Es dringt nunmehr durch die unterste Schichte der Decke, welche wie erwähnt, aus Reisig besteht, Luft ein, nährt das im Quandelschachte befindliche Feuer, und bringt alsbald aus dem Schachte Rauch und später auch Flammen hervor.

Nach Verlauf von etwa einer Stunde hat sich die Gluth ziemlich gleichförmig an alle Holzstücke übertragen, welche dem Quandelschachte zunächst liegen und beginnt man nun die Verkohlung so zu leiten, daß zuerst die obersten

Fig. 3.



Partien des Holzes in Kohle umgewandelt werden. Man schließt nämlich die an der höchsten Stelle des Meilers befindliche Oeffnung Q des Quandelschachtes, Fig. 3, und öffnet gleichzeitig die höchstgelegenen Luftzüge 1 am Umfange des Meilers. Die Dämpfe nehmen nunmehr durch diese ihren Weg nach außen und wird die von unten eindringende Luft nach dieser Richtung gesaugt; die Verkohlung der obersten Holzpartie findet beiläufig in der Weise statt, wie dies durch die punktirte Linie angedeutet wird.

Die aus den Zugöffnungen entweichenden Dämpfe sind Anfangs von dunkler gelber Farbe, schwer und von

empyreumatischem Geruche; sobald der Verkohlungsproceß in der betreffenden Zone sich im letzten Stadium befindet, werden die Dämpfe durchsichtig und von bläulicher Farbe. Das Eintreten dieser Erscheinung gilt als Zeichen der Beendigung des Processes; man verschließt die Luftzüge 1, öffnet jene in der Zone 2 und zieht das Feuer nach dieser Zone, u. s. w. Die Geschicklichkeit desjenigen, welcher den Gang des Meilers zu überwachen hat, muß eben darin bestehen, beurtheilen zu können, wann die trockene Destillation des Holzes beendet ist und sich an der betreffenden Stelle des Meilers nur mehr glühende Kohlen befinden; wenn Letzteres eingetreten ist, sollen die Luftzüge sofort geschlossen werden, indem dann die nachströmende Luft nur Kohle verzehrt.

Da bei der Verkohlung des Holzes stets eine Volumsverminderung stattfindet, so muß der Meiler nothwendigerweise in sich zusammensinken und ist die Bewegung in den oberen Theilen am stärksten. Infolge dieser Bewegung kann es geschehen, daß sich in der Decke Risse bilden, welche die Veranlassung eines starken, direct nach oben gehenden Luftstromes sind, der den Verbrennungsproceß zu lebhaft gestalten würde. Der Köhler muß in diesem Falle sogleich alle Risse in der Decke mit feuchtem Kohlenklein zuwerfen und ist es überhaupt der wichtigste Theil seines Geschäftes, die Strömung der Luft durch die verschiedenen Zonen des Meilers in der Weise zu leiten, daß alle so gleichförmig als möglich erwärmt werden und sich auch infolge dessen gleichartige Kohle ergiebt.

Vollkommene Gleichartigkeit der Kohlen zu erreichen, ist unmöglich, indem sich ja die einzelnen Theile des Meilers unter sehr verschiedenen Verhältnissen befinden. Die um den Quandelstock befindlichen Kohlen, welche rings von anderen Kohlen umgeben sind, werden sehr lange in starker Gluth

erhalten und sind dem entsprechend tief schwarz, hart und klingend; je weiter nach außen die Kohlen liegen, desto kürzer ist die Zeit, während welcher sie erhitzt werden, und desto niederer die Temperatur; diesen Factoren entsprechend ist auch die Kohle weniger stark gebrannt und findet man am Umfange des Meilers und in den tiefsten Partien desselben die größte Anzahl von „Bränden".

Nachdem der Meiler völlig ausgebrannt ist, muß man denselben noch sorgfältig untersuchen, ob sich nicht in der Decke Oeffnungen gebildet haben — es würde hierdurch ein großer Theil Kohle durch directe Verbrennung verloren gehen. Um das schnellere Abkühlen der Kohlen zu bewerkstelligen, wird an manchen Orten der gar gebrannte Meiler mit sehr nassem Kohlenklein, wohl auch mit nassem Sand bedeckt; sobald diese Schichten trocken geworden sind, entfernt man dieselben und ersetzt sie durch neue. Derselbe Zweck könnte offenbar auch dadurch erreicht werden, daß man den wohl bedeckten Meiler zeitweilig mittelst einer kleinen Feuerspritze regenartig besprengt. Wenn man einen Meiler sich selbst überläßt, so dauert es wegen der sehr geringen Wärmeleitungsfähigkeit der Kohle sehr lange, bis er auseinander genommen werden kann. Man läßt daher den Meiler nach dem Garwerden nur etwa 36—48 Stunden stehen, damit er einigermaßen abkühle, öffnet dann die Decke am Fuße des Meilers, zieht dann eine Partie Kohlen hervor, welche sofort mit feuchtem Sand überdeckt werden müssen und schließt die Oeffnung in der Decke sofort wieder. Nach dem völligen Erkalten des ersten Antheiles der ausgezogenen Kohle wird ein zweiter ausgezogen u. s. w.

Die Köhler legen große Sorgfalt auf das richtige Ablöschen der Kohle und verschmähen hierbei wo möglich den Gebrauch des Wassers, indem sie als Grund hierfür

angeben, daß die Beschaffenheit der Kohle durch das Ablöschen mit Wasser verringert werde und ist dies in physikalischer Beziehung auch der Fall: langsam ausgebrannte Kohlen behalten ganz die Form des Holzstückes, aus welchem sie entstanden, werden nur wenig rissig und sind solche große Kohlenstücke, namentlich wenn sie glänzend und hellklingend sind, die geschätzteste Kohlengattung.

Löscht man noch sehr heiße Kohle durch Aufgießen von Wasser, so zerreißt die Kohle, welche sich im Innern nicht so rasch zusammenziehen kann, wie an der Oberfläche nach allen Richtungen, zerfällt dann leicht in viele kleine Stücke und verliert den hellen Klang. Das Zerfallen der großen Stücke in viele kleinere, bewirkt auch das Entstehen einer bedeutenden Menge des geringwerthigen Kohlenkleins.

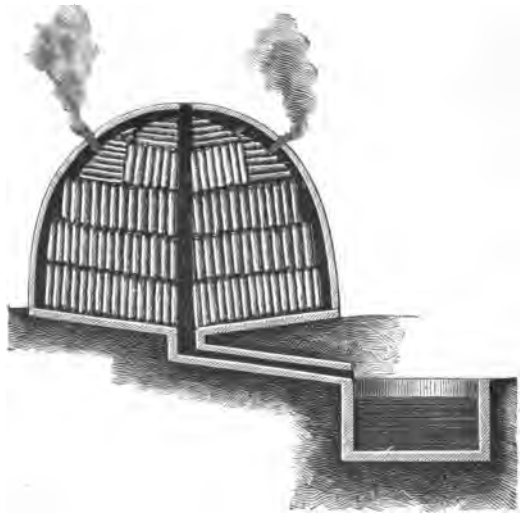
Das Theerschweelen.

In gewissen Ländern, namentlich in Wolhynien und Podolien, im Departement des Landes von Frankreich und überhaupt an Orten, an welchen vorzugsweise harzreiche Nadelhölzer häufig zur Verkohlung gelangen, hat man den Meilern eine solche Einrichtung gegeben, daß man wenigstens einen Theil der flüchtigen Producte gewinnt. Nachdem die Theerproducte minder flüchtig sind, als die Bestandtheile des Holzessigs, erhält man die ersteren in überwiegender Menge, und zwar gemengt mit Terpentinöl, Harz und den Zersetzungsproducten des letzteren. Dieser durch „Schweelen" gewonnene Theer wird dann noch des Weiteren verarbeitet.

In Rußland, woselbst in den waldreichen Gegenden das Holz und auch die Kohlen einen so geringen Werth haben, daß die Verfrachtung nicht lohnend ist, bildet der beim Schweelen gewonnene Theer das Hauptproduct; im Departement des Landes, woselbst hauptsächlich das sehr

harzreiche Holz der Seestrand-Kiefer (Pinus maritimus) verkohlt wird, gewinnt man sehr harz- und terpentinölreichen Theer als werthvolles Nebenproduct. Wie auch das gegenseitige Werthverhältniß zwischen Kohle und Theer stehen möge, ist vom ökonomischen Standpunkte das Theerschweelen dem einfachen Kohlenbrennen vorzuziehen, indem man bei ungeänderter Kohlenausbeute noch eine bestimmte Quantität von Theer zu gewinnen im Stande ist.

Fig. 4.

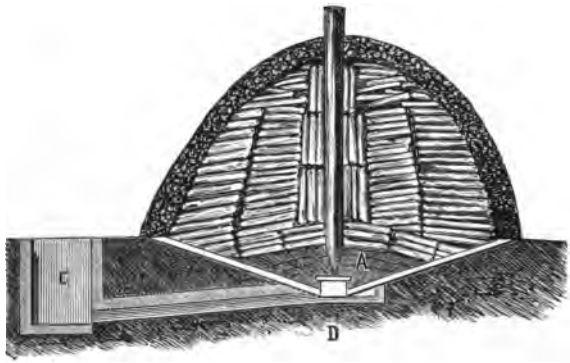


Die Einrichtungen, deren man sich zum Theerschweelen bedient, sind sehr unvollkommene und zeigt Fig. 4 die Abbildung eines in den Landes im Gebrauche stehenden Schweelmeilers. Der Meiler wird als Halbkugel auf einer gemauerten Sohle hergestellt, welche die Form eines mit der Spitze nach unten gekehrten stumpfen Kegels besitzt, an dessen tiefster Stelle ein Rost angebracht ist, der einen schwach

geneigten Canal bedeckt; letzterer steht mit einer ausgemauerten Grube oder Kufe in Verbindung, deren oberer Rand etwas tiefer liegen muß als die Basis des Meilers, damit die Flüssigkeit in dem Canale nicht bis zu dem Roste empor steigen könne.

Wenn der Meiler in gewöhnlicher Weise von oben her in Brand gesetzt ist, wird durch die sich auch nach unten verbreitende Wärme das Holz so stark erhitzt, daß das in ihm enthaltene Harz ausgeschmolzen wird und nach unten

Fig. 5.



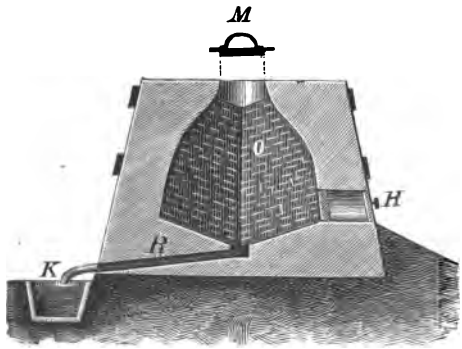
sinkt; je langsamer man den Meiler brennen läßt, eine desto größere Menge von Harz wird unzersetzt in den Theer übergeben.

Fig. 5 stellt einen Schweelmeiler dar, welcher sich von dem vorhergehend abgebildeten eigentlich nur dadurch unterscheidet, daß die conische Basis des Meilers im Mittelpunkte mit einem aus Gußeisen gefertigten Einsatze verbunden ist, welcher bei A mit einem rostförmigen Gitter bedeckt ist und unten in den Canal D mündet, welcher den Theer nach dem Behälter C abführt. In C ist eine Marke angebracht, welche

anzeigt, wenn der Spiegel der Flüssigkeit in C so hoch gestiegen ist, daß er mit A in gleicher Höhe steht; man schöpft dann eine entsprechende Menge von Theer aus dem Behälter C aus, um einen großen Theil des Canales D wieder zu entleeren.

Neben den Schweelmeilern wendet man in den Landes auch Schweelöfen an, welche „Pegliers" genannt werden und in ihrer Einrichtung eine gewisse Aehnlichkeit mit den Feld-Kalköfen besitzen. Der Peglier besteht aus einem Mauerwerke Fig. 6, welches im Inneren aus gebrannten Ziegeln hergestellt ist, indeß der äußere Theil aus ungebrannten Ziegeln bestehen kann und durch Eisenschließen zusammengehalten wird. Der Verkohlungsraum O hat die Form einer Glocke, der Boden desselben ist nach dem Mittelpunkte hin geneigt und steht mit der Theergrube K durch einen Canal R in Verbindung. Die fest verschließbare Seitenthür H dient zum Ausziehen der Kohlen. Das zu schweelende Holz wird in Gestalt von kurzen (30 Centimeter langen) und klein gespaltenen Klötzen halbmesserförmig auf die Basis des Ofens gelegt und der ganze Ofen damit angefüllt. Die Entzündung des Holzes erfolgt von oben her durch Aufwerfen brennender Späne und wird der Gang der von oben nach unten fortschreitenden Verbrennung eines Theiles des Holzes und der trockenen Destillation durch Auflegen des gußeisernen Deckels M geregelt.

Fig. 6.



Bei den Theerschweelöfen erhält man immer nur einen gewissen Bruchtheil des überhaupt zu gewinnenden Theeres nebst ganz geringen Mengen von Holzessig, welcher auf dem Theere schwimmt; ein Peglier, welcher im Mittel 10 Meter Holz im Gewichte von 4000 Kilogramm faßt, ergiebt 759 Kilogramm Kohle und 440 Kilogramm Theer (durch Destillation in geschlossenen Gefäßen wäre aus diesem Holzquantum 920 Kilogramm Kohle und 840 Kilogramm Theer zu gewinnen).

Als Hauptmateriale zum Theerschweelen dienen vorzugsweise sehr harzreiche Hölzer und liefern namentlich die Wurzelstöcke derselben reiche Ausbeute an Theer, welcher seinerseits wieder durch Destillation auf Kienöl verarbeitet wird. Im letzteren Falle erhält man auch eine kleine Menge von Essigsäure, welche bei der trockenen Destillation entstand und dem Theere beigemengt war.

Beim Theerschweelen nach dem eben beschriebenen rohen Verfahren erhält man bei der Destillation des Theeres immer nur ein Terpentinöl von unangenehmem empyreumatischen Geruche, welcher sich auch durch wiederholte Destillation des Kienöles nicht beseitigen läßt, und hat das Oel infolge dessen geringen Handelswerth. Um daher ein Oel zu erzielen, welches frei von dem empyreumatischen Geruche ist, kommen jetzt ebenfalls geschlossene Apparate zur Anwendung, welche an späterem Orte beschrieben werden sollen.

VII. Die Darstellung von Kohle, Holzessig und Theer in geschlossenen Gefäßen.

Die Kenntniß, daß beim Erhitzen von Holz unter Luftabschluß flüchtige Producte entwickelt werden, ist selbstverständlich eben so alt, als die Kunst des Kohlebrennens und scheint man auch in sehr früher Zeit schon Versuche gemacht zu haben, diese Producte aufzufangen. Besonders leicht gelang dies mit den pechartigen Körpern, welche beim Verkohlen von sehr harzreichen Hölzern entstehen und erwähnt schon Plinius, daß man sich dieses Peches zum Verstreichen der Fugen an Schiffen bedient.

Die Kunst, die flüchtigen Producte aufzufangen, ist jedoch jüngeren Datums und haben wir erst im achtzehnten Jahrhunderte nähere Angaben über die sogenannte „Holzsäure" oder das „Acidum pyrolignosum". Man kannte die fäulnißwidrigen Eigenschaften der Holzsäure und kam schon frühzeitig auf die Vermuthung, daß die Holzsäure mit der Essigsäure in Beziehung stehe, und gelang es Lowitz 1793, aus der ersteren das Essigsäurehydrat darzustellen, doch dauerte es bis zum Beginne des neunzehnten Jahrhundertes, ehe man mit Bestimmtheit feststellte, daß die Holzsäure nichts anderes sei, als unreine Essigsäure.

Die fabriksmäßige Darstellung von Holzessig wurde zuerst im Jahre 1799 von Lebon in Angriff genommen und hat sich seit dieser Zeit das Verfahren der Gewinnung des Holzessigs und Theeres neben Kohle über Europa ausgebreitet; besonders wird dasselbe in Frankreich und Schweden, in neuerer Zeit auch in Mitteldeutschland schwunghaft betrieben; in Rußland, dessen gewaltiger Holzreichthum zum

Theile wenigstens auf diese Weise sehr zweckmäßig verwerthet werden könnte, existirt bis nun noch keine Fabrik, in welcher das Holz auf einem dem gegenwärtigen Stande der Technik entsprechenden Wege auf Essigsäure verarbeitet wird.

Es ist begreiflich, daß die Fabrikationsmethode des Holzessigs im Laufe der Zeit sehr bedeutende Wandlungen durchmachen mußte; Anfangs suchte man durch passende Aenderungen, welche man im Bau des Meilers vornahm, den Producten der trockenen Destillation des Holzes nach einer gewissen Richtung Ausweg zu verschaffen und dieselben wenigstens theilweise zu verdichten; so roh auch diese Art der Gewinnung der Destillationsproducte ist, verdient sie doch in Gegenden, welche sich durch großen Holzreichthum auszeichnen und in welchen viel Kohle gebrannt wird, angewendet zu werden, und zwar umsomehr, als die ganze Einrichtung leicht von einem Orte zum anderen geschafft werden kann, es somit bei Anwendung desselben nicht nothwendig ist, die Meiler immer an demselben Orte zu errichten.

Man suchte den Uebelständen, welche die Fortleitung der Destillationsproducte aus den Meilern anhaften, namentlich jenen der Abhaltung einer zu starken Luftströmung dadurch vorzubeugen, daß man den ganzen Meiler in eine passend hergerichtete Grube versenkte, in welche durch am Boden mündende Röhren Luft zugeführt wurde, indeß die Destillationsproducte durch Röhren, welche im oberen Theile der Grube angebracht waren, fortgeführt werden.

Ein weiterer Fortschritt lag in der Einführung der sogenannten Meiler-Oefen, bei welchen das Holz ringsum von Mauerwerk umschlossen ist und wurden diese Oefen namentlich dadurch sehr wesentlich verbessert, indem man dieselben so einrichtete, daß die zur trockenen Destillation erforderliche Wärme nicht durch Verbrennen eines Theiles

des Holzes im Ofen selbst geliefert, sondern von außen durch Anbringung besonderer Heizungen zugeführt wird.

Die Meiler-Oefen mit Heizung von außen bildeten den Uebergang zu den kleineren völlig geschlossenen Destillationsgefäßen (Retorten), welche in Verbindung mit zweckmäßig construirten Kühlvorrichtungen die Gewinnung der Gesammtmenge aller Destillationsproducte, sowie guter völlig angebrannter Kohle gestatten, daher gegenwärtig überall angewendet werden. Die vollkommensten Apparate dieser Art sind jene, deren Einrichtung es gestattet, die Temperatur, bei welcher die trockene Destillation vor sich gehen soll, mit der größten Genauigkeit zu regeln und infolge dessen auch Kohle von ganz bestimmter Beschaffenheit, die größte Menge von Holzessig und Theer, ferner Röstholz, Rothkohle bis Schwarzkohle darzustellen.

Es kann kein Zweifel darüber bestehen, daß nur Apparate der letztangeführten Art diejenigen sind, welche allgemein angewendet zu werden verdienten, indem ihnen mit Bezug auf Menge und Qualität der erzielten Producte die größte Leistungsfähigkeit zukommt; in der Praxis können aber auch Fälle eintreten, welche die Anschaffung derartiger Apparate nicht gestatten, die Gewinnung der Destillationsproducte — wenn auch nur eines Theiles derselben — sehr wünschenswerth erscheinen lassen und wird man sich in diesem Falle offenbar mit einem einfacheren Apparate begnügen können.

Letzteres gilt namentlich in jenen Fällen, in welchen die Gewinnung von Holzkohle die Hauptsache, die Darstellung der flüchtigen Destillationsproducte aber Nebensache ist; ferner auch in dem Falle, in welchem man neben Kohlen nur noch Theer oder rohen Holzessig oder auch beide Producte darzustellen beabsichtigt.

Wenn es sich um die Errichtung einer stabilen Fabrik zum Zwecke der Verwerthung des Holzes auf thermochemischem Wege handelt, einer Fabrik, in welcher hauptsächlich reine Essigsäure und Holzgeist, eventuell auch die Theerproducte (Theeröle und Kreosot) dargestellt werden sollen, wird man selbstverständlich Apparate zu wählen haben, deren Einrichtung so vollkommen als möglich ist und welche nebst der Gewinnung aller bei gewöhnlicher Temperatur tropfbar flüssigen Producte auch die Verwerthung der großen Gasmengen gestatten, welche bei der trockenen Destillation des Holzes auftreten.

Je nach dem Zwecke, welchen man bei der trockenen Destillation des Holzes verfolgt, können also die Vorrichtungen zur Gewinnung der Destillationsproducte sehr verschiedene Beschaffenheit haben; einige in passender Weise angebrachte Röhren und Fässer sind die einfachsten hieher gehörigen Apparate, die Retorten mit genau zu regulirender Temperatur die complicirtesten, aber auch die vollkommensten.

Es hängt, wie erwähnt, ganz von den örtlichen Umständen ab, welche Apparate man anzuwenden hat und welche Producte dargestellt werden sollen. Nachdem der Werth eines Productes in dem Maße steigt, in welchem man Arbeit auf die Herstellung desselben verwendet, wird ein Fabrikant, welcher neben reiner Essigsäure und Holzgeist auch Theeröle und Kreosot darstellt, den größten Gewinn aus dem Holze ziehen; es ist aber zur Erreichung dieses Zweckes auch die Errichtung einer Fabrik mit allen für diesen Zweck erforderlichen Apparaten nothwendig.

Manchem Forstbesitzer ist es aber nicht darum zu thun, reine Producte in einer besonderen Fabrik herzustellen, sondern er wünscht es unter Aufwand einer geringen Summe zu ermöglichen, aus seinem Holze neben Kohle noch Holzessig,

eventuell Theer zu gewinnen, um durch den Verkauf dieser Rohproducte einen höheren Ertrag aus seinem Holze zu ziehen als durch das Verkohlen allein zu erreichen wäre.

In diesem Falle wird sich somit das Princip der Arbeitstheilung, eventuell der Vergesellschaftung empfehlen, und zwar in der Weise, daß die Waldbesitzer in ihren Forsten Kohle nebst Holzessig und Theer darstellen und die letztgenannten Producte verkaufen, oder dieselben, was mehr zu empfehlen ist, in einer auf gemeinschaftliche Kosten errichteten Fabrik weiter verarbeiten.

Manchem Leser dieser Zeilen wird sich die Frage aufdrängen, ob es denn überhaupt möglich sei, große Mengen von Holz dadurch zu verwerthen, daß man sie zur Fabrikation der Producte der trockenen Destillation verwendet? Diese Frage kann aber unbedingt bejaht werden, indem es die in fast allen Staaten eingeführte schon gegenwärtig sehr hohe und noch fortwährend zunehmende Besteuerung der Landwirthschaft und der Alkoholproduction mit sich bringt, daß der Speiseessig ununterbrochen im Preise steigt.

Wir kennen nämlich nur zwei Verfahren, nach welchen sich Essigsäure im Großen darstellen läßt: jenes, nach welchem die Essigsäure aus dem Alkohole gewonnen wird, und jenes der Fabrikation der Essigsäure aus Holz. Der Alkohol kann aber nur aus Producten des Ackerbaues dargestellt werden, und zwar sind die Rohmaterialien, welche hierbei in Betracht kommen, Getreide, Kartoffel, eventuell die Weintrauben und gewisse Obstarten, namentlich Aepfel. Aus Wein, Aepfelwein, eventuell aus Bier wird nur in Ausnahmsfällen Essig dargestellt, nämlich in jenen, in welchen die genannten Getränke durch das Eintreten der Essiggährung ungenießbar geworden sind, so daß als eigentliche Urquellen der Essigsäure das Getreide und die Kartoffel bleiben.

Wenn man die große Summe von Arbeit erwägt, welche nothwendig ist, um die genannten Bodenproducte zu erhalten, aus ihnen Alkohol und aus diesem Essigsäure zu erzielen, so ist es begreiflich, daß der Preis dieser Essigsäure nothwendigerweise ein weit höherer sein müsse, als jener der Essigsäure, welche man binnen ganz kurzer Zeit aus dem Holze gewinnen kann. Dazu kommt aber noch ein anderer sehr beachtenswerther Umstand:

Der Essig, welchen man aus Alkohol gewinnt, ist nie rein, das heißt er besteht nicht allein aus Essigsäurehydrat und Wasser, sondern er enthält stets eine ziemlich bedeutende Menge fremder Stoffe in Lösung und ist überdies sehr arm an Essigsäure. Um letztere aus Alkoholessig rein und in hochconcentrirtem Zustande zu erhalten, muß man mit dem Essig fast genau dieselben chemischen Manipulationen ausführen, welche man mit dem Holzessig vornehmen muß, um aus demselben reine concentrirte Essigsäure darzustellen; die Gestehungskosten dieser Essigsäure wären aber ungemein hohe.

Die reine concentrirte Essigsäure wird aber gegenwärtig in sehr hohem Maßstabe in der chemischen Industrie verwendet und findet auch immer mehr und mehr Anwendung zur Darstellung von Speiseessig, indem sich die reine aus Holz dargestellte Essigsäure in nichts von der reinen aus Alkohol dargestellten Essigsäure unterscheidet.

Dem aus Alkohol gewonnenen Essig gegenüber bietet die aus Holz dargestellte concentrirte Essigsäure noch den bedeutenden Vortheil der leichteren Transportfähigkeit und vollkommenen Haltbarkeit; im gewöhnlichen Speiseessig sind 3 bis 8 Percent Essigsäurehydrat enthalten, man hat sonach 92 bis 97 Percent werthloser Körper in dem Essig zu versenden und ist letzterer auch der Gefahr des Verderbens

ausgesetzt; die concentrirte Essigsäure, wie man sie aus Holz gewinnen kann, enthält 80 bis 85 Percent Essigsäurehydrat, somit nur 15 bis 20 Percent Wasser, welches mit der Säure transportirt werden muß.

Diese Verhältnisse bringen es mit sich, daß die concentrirte Essigsäure immer mehr zur Anfertigung von Speiseessig verwendet wird, den man einfach dadurch erhält, daß man die concentrirte Säure mit dem erforderlichen Quantum reinen Wassers verdünnt.

Daß die Fabriken, welche sich mit der Darstellung von Essig aus Alkohol beschäftigen, völlig verschwinden werden, ist nur eine Frage der Zeit und werden dann alljährlich ganz gewaltige Holzmengen verarbeitet werden müssen, um neben dem Bedarf der Industrie an Essigsäure auch jenen an Speiseessig zu decken.

Der Holzessig läßt sich aber auch noch in anderer Weise verwerthen, als zur Gewinnung von reiner Essigsäure, indem er infolge seines Gehaltes an den antiseptisch wirkenden Theerproducten ein so ausgezeichnetes Conservirungsmittel für Holz ist, daß letzteres selbst unter den ungünstigsten Verhältnissen durch sehr lange Zeit frei von Fäulniß bleibt. Bahnschwellen, Telegraphenpfähle u. s. w. erlangen durch das Imprägniren mit Holzessig außerordentliche Dauerhaftigkeit und ist das Imprägnirverfahren unter Anwendung von Holzessig entschieden billiger, als die meisten Verfahren, bei welchen andere Körper zur Imprägnirung verwendet werden. Mit Rücksicht auf die außerordentlich großen Mengen von Holz, welche alljährlich nur zur Anfertigung von Bahnschwellen verwendet werden, wird es einem Fabrikanten, welcher sich mit diesem Gegenstande befaßt, leicht sein, sehr bedeutende Quantitäten von Holzessig zur Verwerthung zu bringen.

In jenen Fällen, in welchen es sich nur um die Gewinnung von Essigsäure, Holzgeist und Theer handelt, kann man mit sehr günstigen Ausbeute-Ergebnissen Holzabfälle aller Art, z. B. Späne aus Sägewerken, ausgelaugte Farbholzspäne, gebrauchte Gerberlohe, Eichenschälholz verarbeiten. Die Kohle, welche man aus diesen Materialien erhält, muß der Kleinheit der Stücke wegen auf besonders construirten Maschinen zu Ziegeln, sogenannten Briquettes, geformt werden, wenn sie als Brennmateriale verwendet werden soll.

Die gedeckten Meiler.

Nach dem Vorschlage Foucaud's wandelt man einen Meiler in einen Apparat um, welcher genügend geschlossen ist, um die Dämpfe, die sich während der trockenen Destillation aus dem Holze entwickeln, in bestimmter Richtung abzuleiten und soll dies in folgender Weise geschehen:

Der Meiler wird aus den Holzklötzen, auf gewöhnliche Art, in Form eines abgestutzten Kegels errichtet und dann mit Schirmen umgeben, welche die Gestalt von Vierecken haben, die sich nach oben hin so verschmälern, daß eine entsprechende Anzahl solcher Schirme zusammen die Mantelfläche des Kegels umschließt. Die Schirme sind aus Holzrahmen angefertigt und mit einem starken Flechtwerke aus Weidenruthen versehen, welches an der Unterseite, zum Schutze gegen das Verbrennen, dick mit Lehm beschlagen ist. Nachdem die Mantelfläche des Meilerkegels mit solchen Schirmen umgeben ist, letztere durch entsprechend angebrachte Oesen und Bolzen aus Eisen verbunden und die zwischen den Rahmen vorhandenen Fugen mit Lehm verstrichen sind, wird die obere Fläche des Kegelstutzes mit starken Bohlen belegt, in welchen zwei Oeffnungen angebracht sind, deren eine

mittelst einer Fallthüre verschließbar ist, indeß in die zweite ein Rohr eingesetzt ist, welches zum Abzug der Dämpfe dient. (Fig. 7.)

Dieses Rohr ist zweimal rechtwinklig gebogen und steht mit dem Deckel eines Fasses oder einer Kufe in Verbindung, in welchem sich ein Theil der Theer- und Holzessigdämpfe verdichtet; ein zweites Rohr führt von diesem Deckel nach einem zweiten Verdichtungsgefäße u. s. w. Einige nach Belieben verschließbare Oeffnungen am Fuße des Meilers dienen dazu, in den letzteren die zur langsamen theilweisen Verbrennung des Holzes (Verkohlung) erforderliche Luftmenge treten zu lassen. Nachdem der Meiler in Brand gesteckt ist, läßt man die durch die obere Oeffnung zuerst sich

Fig. 7.

entwickelnden Wasserdämpfe in die Luft entweichen und schließt sie erst, wenn der der empyreumatische Geruch der Dämpfe anzeigt, daß nunmehr schon Producte der trockenen Destillation entstehen, worauf dann die Dämpfe ihren Ausweg durch die Röhren nehmen und sich in den Fässern zu Theer und Holzessig verdichten sollen.

In der Form, wie der Apparat soeben beschrieben wurde, wird derselbe ganz bestimmt in der Praxis nicht verwendbar sein, denn unmittelbar nachdem die Oeffnung an der oberen Fläche des Meilers geschlossen ist, werden die Dämpfe, welche sich aus dem Holze entwickeln, ihren Ausweg nach allen Seiten hin zu nehmen trachten und werden alsbald durch jene Oeffnung, durch welche Luft in den Meiler

treten soll, Dampfströme heraus gedrückt werden. Da bei einmal begonnener trockener Destillation größerer Holzmassen die Entwickelung der Dämpfe sehr mächtig ist, so wird infolge der nach außen drückenden Dämpfe das Feuer in dem Meiler verlöschen, ja es wird sogar der Fall eintreten können, daß die Dämpfe so stark entwickelt werden, daß die Schirme und die unter ihnen liegende Schichte von Kohlenklein weggedrängt werden, und das erhitzte Holz, welches dann unmittelbar mit Luft in Berührung kommt, sich entzündet, so daß der ganze vormalige Meiler nunmehr ein brennender Holzhaufen ist.

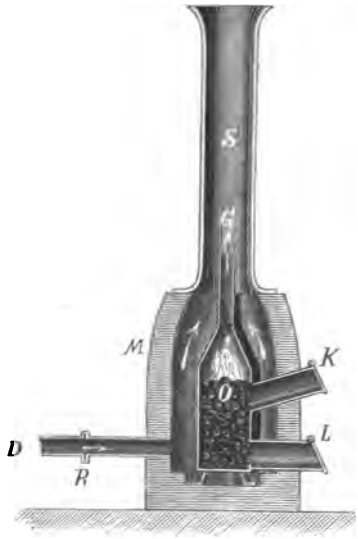
Um die Dämpfe, welche sich aus dem Holze entwickeln, thatsächlich in die Gefäße zu leiten, und so vollständig als möglich in denselben zu verdichten, ist es unbedingt nothwendig, an diesem Apparate eine Einrichtung anzubringen, welche bewirkt, daß die Dämpfe durch das Rohr angesaugt werden, so lange dies erforderlich ist und in Wirklichkeit die trockene Destillation des Meilers in der Weise erfolgt, daß von unten durch die vorerwähnten Oeffnungen stets Luft eindringt, die Verkohlung bewirkt und dann als Strom von Stickstoff und Kohlensäure, beladen mit den dampfförmigen Producten der trockenen Destillation durch die Röhren abzieht.

Eine solche Regelung des den Meiler durchstreichenden Gasstromes läßt sich am zweckmäßigsten und einfachsten mittelst einer erwärmten Luftsäule bewerkstelligen und zeigt Fig. 8 die Art, in welcher die ganze Einrichtung eines gedeckten Meilers beschaffen sein muß, damit in Wirklichkeit der Verkohlungsproceß seinen regelrechten Verlauf nehme und die Destillationsproducte so viel wie möglich verdichtet werden.

In einem aus Gußeisen angefertigten kleinen Ofen O, welcher mit gut schließender Heizthür und verstellbarem

Luftſchieber verſehen iſt, wird ein Feuer aus Holzkohle unterhalten und mündet das Rohr G, durch welches die Verbrennungsgaſe dieſes Ofens abziehen, in ein anderes, etwas weiteres Rohr S, welches als Schornſtein dient. Wie aus der Abbildung hervorgeht, iſt das Rohr S auf einen cylindriſchen Mantel M geſetzt, welcher den Ofen O mit Ausnahme der mittels einer gut paſſenden Eiſenklappe K verſchließbaren Oeffnung, durch welche die Kohlen eingetragen werden und der mittelſt einer in horizontaler Richtung verſchiebbaren Platte ſchließbaren Oeffnung L, welche zur Regulirung des Luftzuges dient, vollkommen einſchließt. In dieſen Mantel M münden Röhren D, die mit den Meilern in Verbindung ſtehen und mit Regiſterſchiebern R verſehen ſind. Die Wirkungsweiſe der angegebenen Vorrichtung iſt nun die folgende:

Fig. 8.



Durch die Verbrennung der Kohlen werden die Wände des Ofens O ſtark erwärmt und ſteigt infolge deſſen die Luft zwiſchen Ofen und Mantel M nach aufwärts, wo ſie ſich bei G mit dem heißen, aus dem Ofen entweichenden Gasſtrome mengt und durch das Rohr S in's Freie entweicht. Die infolge deſſen in dem Raum zwiſchen M und O entſtehende Luftverdünnung bewirkt, daß durch die Röhren D Gas angeſaugt wird und bewegt ſich hierdurch thatſächlich

der Luft- und Dampfstrom durch den Meiler (Fig. 7), die Röhren und die Fässer nach M.

. Die Geschwindigkeit des aus S entweichenden Gasstromes und infolge dessen auch jene des aus dem Meiler angesaugten Gasstromes läßt sich in doppelter Weise reguliren: entweder durch Verstellen des Registerschiebers R oder durch Verschiebung der Platte L, welche den Luftzutritt in das Innere des Ofens regelt; ist diese Platte weit verschoben, und der Registerschieber ganz geöffnet, so ist die äußere Fläche des Ofens O sehr stark erhitzt und die Strömung der Gase durch D geht sehr schnell vor sich. Man kann in den Mantel M eine größere Anzahl von Röhren D münden lassen und kann durch entsprechende Stellung der Registerschieber R bewirken, daß aus dem einen Meiler die Dämpfe mit größerer Kraft angesaugt werden, als aus einem andern, in welchem der Stand der Verkohlung nur mehr einen ganz schwachen Gasstrom erheischt.

Durch die Anbringung dieser einfachen und sehr geringe Betriebskosten verursachenden Vorrichtung ist es möglich, den Luftzug durch den Meiler genau so, wie erforderlich, zu reguliren und kann dieselbe, wie leicht einzusehen, auch an Verkohlungsapparaten, welche nach anderem Principe als die gedeckten Meiler eingerichtet sind, angebracht werden.

Da aus einem Meiler eine sehr große Menge von Dämpfen entweicht, so müssen nothwendiger Weise die Röhren und Verdichtungsgefäße bald so heiß werden, daß die flüchtigeren Destillationsproducte, und diese sind gerade die werthvollsten (Essigsäure und Holzgeist), nicht mehr verdichtet werden und sich in den Gefäßen nur Theer abscheidet. Man kann diesem Uebelstande nur dadurch entgegenwirken, daß man an Stelle einer größeren Anzahl von Fässern nur ein Sammelgefäß anwendet, in welches die Dämpfe nur

gelangen können, nachdem sie irgend einen einfachen Kühlapparat, z. B. ein kreisförmiges von kaltem Wasser umgebenes Rohr durchlaufen haben.

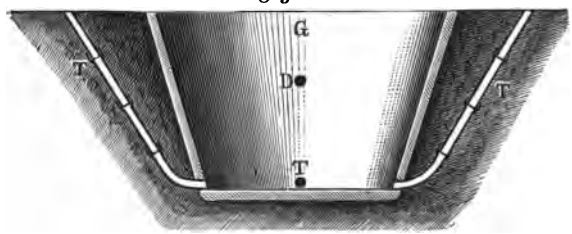
Die Rahmen oder mit Lehm beschlagenen Hürden, mit welchen man nach Foucaud die Meiler bedecken soll, werden nur geringe Haltbarkeit besitzen, und macht auch das Bedecken eines solchen Meilers viele Arbeit — wenn die Schichte von Kohlenklein, womit der zu verkohlende Holzkegel zunächst bedeckt ist, nicht eine ziemliche Dicke besitzt, werden Stürme oder Regengüsse sehr nachtheilige Störungen in dem Gange der Verkohlung hervorbringen — und erscheint es aus diesen Gründen zweckmäßiger, dort, wo es sich um wiederholte Operationen beim Kohlenbrennen handelt, nach dem alten Verfahren der sogenannten Grubenköhlerei zu greifen und dasselbe in solcher Weise abzuändern, daß der Verlauf des Processes bis zu einem gewissen Grade geregelt werden kann.

Die Verkohlungsgruben.

Man kann sich die Anlage einer Verkohlungsgrube in sehr einfacher Weise dadurch vorstellen, daß man sich einen kegelförmigen Meiler, wie derselbe in Fig. 7 dargestellt ist, umgekehrt und in die Erde versenkt denkt. In Figur 9 ist die Einrichtung einer Kohlengrube verbesserter Construction angegeben. Dieselbe besteht aus einer nach unten conisch zulaufenden Grube G, deren Wandung sehr zweckmäßig mit einer etwa 20 Centimeter dicken Lehmschichte ausgekleidet ist. An der Basis dieser Grube münden vier oder sechs Thonröhren T, welche bis zum Niveau emporsteigen und dort durch Thonplatten ganz oder theilweise geschlossen werden können. Ein etwa 1 bis $1^1/_2$ Meter unter dem oberen Rande der Grube angebrachtes Rohr D führt die Dämpfe der

Destillationsproducte nach den Verdichtungsgefäßen, welche zweckmäßig mit der in Fig. 8 abgebildeten Vorrichtung verbunden sind. Nachdem man den Meiler in der Grube in gewöhnlicher Weise aufgebaut hat, wirft man durch die Oeffnungen der Röhren T glühende Kohlen ein und veranlaßt durch die Ventilationsvorrichtung einen schwachen Luftzug, welcher seinen Weg durch die Thonröhren nach unten und durch den Meiler nach aufwärts nehmen muß. Damit der Inhalt der Verkohlungsgrube, welche nur mit Kohlenklein bedeckt zu sein braucht, nicht etwa durch Regen beschädigt werde, ist es zweckmäßig, über der Grube ein ganz einfaches Dach zu errichten.

Fig. 9.



Man kann ähnlich, wie bei den gedeckten Meilern, eine Anzahl solcher Verkohlungsgruben in einem Kreise anlegen, dessen Mittelpunkt der mehrfach erwähnte Ventilationsapparat Fig. 8 einnimmt und kann den Gang der Arbeit so einrichten, daß z. B. bei einer Anzahl von sechs Gruben die Verkohlung in der Grube 1 eben beginnt, indeß aus der anstoßenden Grube 6 die erkalteten Kohlen weggeschafft werden; man erhält auf diese Weise einen ununterbrochenen Betrieb.

Acht Verkohlungsgruben, oben mit einem Durchmesser von 3·14 Meter, unten von 2·80 Meter und 2·80 Meter Tiefe bei einer Verkohlungsdauer von 60 bis 80 Stunden

und einer zum Abkühlen erforderlichen Zeit von 70 bis 80 Stunden ergaben bei Bedienung durch fünf Arbeiter im Laufe eines Jahres folgende Ausbeute:

Verarbeitetes Materiale	5000 Meter Eichenholz	=	1,200.000 Kilogramm
Ausbeute	16.000 Hektoliter Kohle	=	250.000 „
	1000 Fässer Holzessig	=	223.500 „

Der Holzessig ergab per Faß 13 bis 14 Kilogramm farblose Essigsäure von 8° B.

Die Meileröfen.

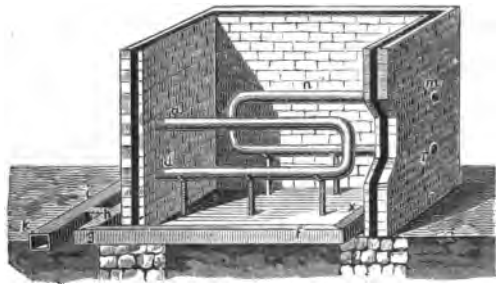
Wenn es sich darum handelt, die Verkohlung des Holzes durch lange Zeit an einen und demselben Orte auszuführen, so eignen sich Vorrichtungen so primitiver Art, wie wir sie in den gedeckten Meilern und den Verkohlungsgruben kennen gelernt haben, nur wenig zu diesem Zwecke und wendet man dann gewöhnlich fester gebaute, wenn auch etwas kostspieligere Vorrichtungen an. Wenn man z. B. ein kreisrundes Mauerwerk herstellen würde, in welchem man in gewöhnlicher Weise einen Meiler aufbaut und diesen mit Kohlenklein bedeckt, so erhielte man eine Art von stabilem gedeckten Meiler, der nach dem Ausziehen der fertigen Kohle wieder neuerdings mit Holz beschickt wird; würde man auf dieses cylinderförmige Mauerwerk ein Gewölbe setzen, welches nur oben zwei Oeffnungen besitzt, von welchem die eine verschließbare zum Eintragen des Holzes dient, indeß in die zweite das Abzugrohr für die Dämpfe eingesetzt ist, so wäre dies abermals als eine Verbesserung in der Einrichtung einer derartigen Verkohlungsvorrichtung anzusehen.

Reichenbach's Ofen.

Reichenbach, ein Chemiker, welcher sich sehr eingehend mit Untersuchungen über die trockene Destillation des Holzes

beschäftigte, hat einen Verkohlungsofen construirt, welcher sich in gewissem Sinne den Meileröfen nähert. Der Ofen, Fig 10, enthält einen Raum von quadratischer Form, dessen Umfassungsmauern doppelt sind; die innere Mauer ist aus feuerfestem Materiale (Chamotte) angefertigt, die äußere besteht aus gewöhnlichem Ziegelbau; der Raum zwischen beiden Mauern ist mit Sand ausgefüllt. Die doppelte Mauer hat den Zweck, die Ausstrahlung der Wärme zu verhüten. In dem Raume befinden sich zwei Röhren n, welche großen Durchmesser (60 Centimeter) haben und unten bei d und t mit einer (in der Abbildung nicht dargestellten

Fig. 10.



Heizung) in Verbindung stehen und bei a und m wieder nach außen münden.

Der von dem Mauerwerke eingeschlossene Raum wird mit Holz gefüllt und letzteres oben mit Erde, Rasen oder mit Eisenplatten (am zweckmäßigsten wäre wohl Kohlenklein) bedeckt. Längs zweier Seitenwände des quadratischen Raumes laufen Canäle x, f, g, h, durch welche die Destillationsproducte in das Rohr k, i gelangen, woselbst sich der größte Theil des Theeres verdichtet, indeß die flüchtigen Producte in eine Kühlvorrichtung treten und in dieser verdichtet werden.

Abgesehen von gewissen Uebelständen, welche diesen und ähnlichen sehr einfach construirten Apparaten anhaften, ist der Reichenbach'sche Ofen insoferne zweckmäßiger, als die bisher beschriebenen Vorrichtungen, als derselbe schon so eingerichtet ist, daß er mit besonderen Feuerungen versehen ist.

Nachdem bei der Meilerverkohlung ein Theil des Holzes, aus welchem der Meiler aufgebaut ist, verbrennen muß, um die zur Destillation des übrigen Holzes erforderliche Wärmemenge zu liefern, werden sich die Kosten der Darstellung der Kohlen nicht wesentlich erhöhen, wenn man dem Apparate eine solche Einrichtung giebt, daß das zu verkohlende Holz vollständig in einen Raum eingeschlossen ist, welcher durch Erhitzen von außen so stark erwärmt wird, daß das Holz unter Hinterlassung von Kohle trocken destillirt wird.

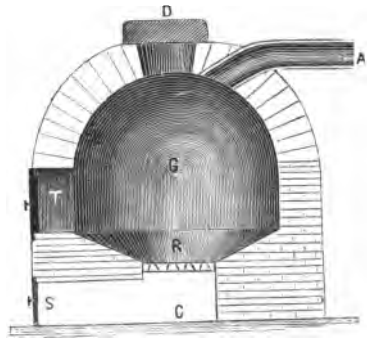
Die schwedischen Meileröfen.

In ähnlicher Weise, wie die Verkohlungsgruben und der eben beschriebene Reichenbach'sche Ofen den Uebergang von den offenen Meilern zu den Meileröfen bilden, sind die letzteren wieder als Uebergang zu den unten zu beschreibenden Retorten anzusehen und ist eine sehr große Anzahl von Constructionen solcher Meileröfen bekannt geworden. Eine der einfachsten ist in Figur 11 abgebildet.

Der Verkohlungsraum G ist gewölbt und besitzt oben eine Oeffnung zum Eintragen des Holzes, welche, nachdem das Gewölbe gefüllt ist, mittelst eines schweren mit Lehm gedichteten Deckels verschlossen wird; das Rohr A dient zur Abfuhr der Destillationsproducte; der Boden des Gewölbes ist conisch und trägt in der Mitte einen Rost R, unter dem sich ein Aschenfall C befindet, welch' letzterer durch einen sehr genau gearbeiteten Schieber S abgeschlossen werden kann. Die während des Verkohlens vermauerte Thür T dient zum

Ausziehen der fertigen Kohlen und auch zum Eintragen eines Theiles des Holzes; sie wird sofort verschlossen, nachdem man durch sie etwas glühende Kohlen eingebracht hat. Letztere bewirken, daß sich ein Theil des Holzes entzündet und leitet man die Verbrennung desselben durch passendes Verstellen des Schiebers S in der Weise, daß sich die Dämpfe mit einer gewissen Gleichmäßigkeit entwickeln. Nach einiger Zeit ist nicht nur die ganze in dem Ofen befindliche Holzmasse stark erwärmt, sondern sind auch schon die Wände des Ofens so stark erhitzt, daß man durch Schließen des Schiebers S die Verbrennung gänzlich aufheben kann, indem die von dem Ofen abgegebene Wärme hinreicht, um die trockene Destillation ganz zu Ende zu führen.

Fig. 11.



Indem man die Construction dieses Ofens in der Weise abänderte, daß an Stelle des Rostes R ein aus starkem Blech angefertigter und unten durch Eisenschienen gestützter Boden angebracht wurde, und letzteren durch eine unter ihm angebrachte Heizung stark erwärmte, wandelte man den primitiven Meilerofen in einen solchen um, in welchem die Kohlung in einem völlig abgeschlossenen Gefäße verlief. Oefen dieser Art sind geschlossene Meileröfen zu nennen.

Ein Meilerofen von etwas anderer Construction, welcher wie der vorhergehende, in Schweden in Anwendung gebracht wird, ist der in Fig. 12 im Querschnitte und in Fig. 13 im Grundrisse abgebildete. Der Verkohlungsraum

ist cylinderförmig und geht nach oben in ein Gewölbe über, welches durch einen schweren Eisendeckel a abgeschlossen wird. Das Mauerwerk dieses Raumes ist von einem zweiten b mantelartig umgeben, und circulirt zwischen beiden Mauern in dem Raum e c das Feuer, welches an der d gegenüberliegenden Stelle angezündet wird; am oberen Theile des Ofens bei d sind Oeffnungen vorhanden und dienen die an letzteren angebrachten Schieber zur Regulirung des Feuers. Die aus dem Holze entweichenden Destillationsproducte finden ihren Ausweg durch das am Boden des Verkohlungsraumes angebrachte Rohr e.

Fig. 12.

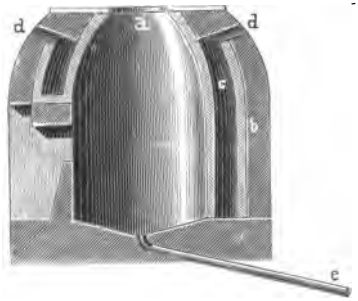
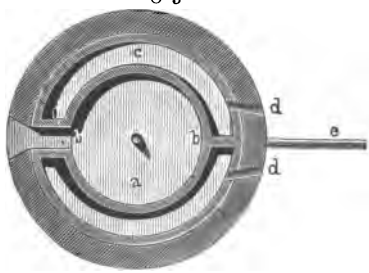


Fig. 13.



Beim Betriebe dieses Ofens heizt man so stark, daß die Innenwand in's Glühen geräth, hört mit dem Feuern auf, sobald aus dem Rohre e keine Dämpfe mehr entweichen, schließt die Schieber bei d und läßt den Ofen so lange stehen, bis die Kohlen so weit abgekühlt sind, daß man sie ausziehen kann, ohne Entzündung derselben befürchten zu müssen.

Hahnemann's Ofen.

Der Ofen von Hahnemann kann als ein Schachtofen angesehen werden, in welchem die Verbrennung von oben nach unten fortschreitet. Er besteht, Fig. 14 und 15, aus einem cylindrischen Thurme, der oben bei A B durch Eisenplatten, welche Kreissegmente sind, geschlossen wird. Im Mittelpunkte dieses Schachtes steht ein, unten am Umfange mit Löchern versehenes, oben offenes Eisenrohr, welches als Schornstein dient; durch die Oeffnung K werden die Kohlen ausgezogen, durch D entweichen die Destillationsproducte, welche sich in der ringförmigen Vertiefung ansammeln sollen.

Fig. 14.

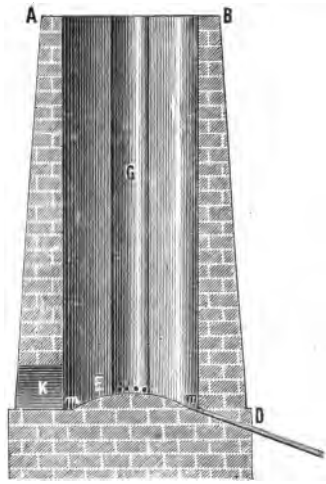
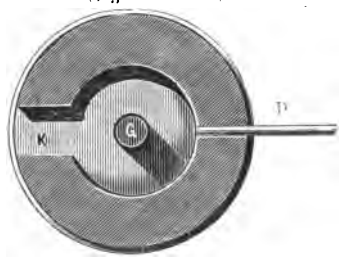


Fig. 15



Das in dem Schachte befindliche Holz wird durch Aufwerfen glühender Kohlen entzündet, und der Ofen durch Auflegen der Platten bei A B fest geschlossen; die Verbrennungs- und Destillationsproducte müssen nach abwärts gehen und können dann durch das als Schornstein wirkende Rohr G wieder aufwärts steigen und in's Freie entweichen.

Nach vollendeter Destillation sollen die in dem Ofen befindlichen Kohlen durch Aufwerfen von Sand und Verschließen der oberen Oeffnung von G vor dem Verbrennen geschützt und nachdem sie völlig erkaltet sind, ausgezogen werden.

Es bedarf keiner langen Auseinandersetzungen, um zu zeigen, daß dieser Ofen allenfalls zur Darstellung von Kohlen und etwas Theer, gewiß aber nicht zur Gewinnung von Holzessig geeignet ist. Die werthvollen Bestandtheile des Holzessigs, Essigsäure und Holzgeist sieden schon bei 117° C., respective bei 63° C. und wird die Temperatur in allen Partien des Holzes so hoch steigen, daß diese Körper völlig unverdichtet durch das Rohr G entweichen und sich nur die bei sehr hohen Temperaturen siedenden Theerproducte in der Rinne m verdichten und bei d abfließen werden.

Scheffer's Ofen.

In neuerer Zeit hat Scheffer wieder die Idee, welche dem Hahnemann'schen Ofen zu Grunde liegt, aufgegriffen und kann man den nach seinem Principe construirten Ofen als einen continuirlich thätigen Schachtofen bezeichnen. Derselbe besteht aus einem Schachte von quadratischem Querschnitte, welcher sich nach unten verjüngt, sonach die Form einer mit der Spitze nach abwärts gerichteten abgestutzten Pyramide hat, die oben durch ein Gewölbe mit verschließbarer Füllöffnung, unten durch einen Rost abgegrenzt ist. Die Dämpfe können durch eine oben angebrachte Seitenöffnung nach einem Kühlapparate abströmen.

Nachdem auf dem Roste Feuer angezündet wurde, wird der Schacht mit Holz gefüllt und beginnt sogleich die trockene Destillation des letzteren. Der Kühlapparat für die Dämpfe steht mit geschlossenen Gefäßen, welche zur Aufnahme der Destillationsproducte dienen, in Verbindung, und entweichen

aus diesen Gefäßen die Gase durch ein Rohr, welches in dem Verkohlungsschachte angebracht ist (ähnlich wie bei Hahnemann's Ofen), woselbst sie erwärmt werden, aufwärts steigen und in dem Ofen den erforderlichen Luftzug hervorbringen sollen. Ob Letzteres thatsächlich ohne Mitwirkung einer weiteren Ventilationsvorrichtung in der Weise der Fall ist, daß der Verkohlungsproceß regelrecht verläuft, scheint zum Mindesten sehr zweifelhaft zu sein.

Ein sehr wesentlicher Uebelstand, welcher aber allen bis nun beschriebenen Oefen anhaftet, liegt darin, daß es bei keinem derselben möglich ist, Kohle von ganz gleichförmiger Beschaffenheit in ökonomischer Weise zu gewinnen: entweder ist der dem Feuer zunächst liegende Theil der Kohlen sehr stark ausgeglüht, die entfernter liegenden Partien jedoch nur Rothkohle oder selbst nur Röstholz, oder es sind zwar die Kohlen völlig gar gebrannt, aber dann nur auf Kosten einer sehr großen Brennstoffmenge. Die Röhren, welche Reichenbach in seinen Oefen anbrachte, haben den Zweck, die Hitze durch den ganzen Raum des Ofens so gleichmäßig als möglich zu vertheilen, ohne jedoch denselben in entsprechender Weise zu erreichen. Das lange Verweilen der Dämpfe in dem stark erhitzten Destillirraume muß nothwendiger Weise die Zersetzung eines großen Theiles der eben entstandenen Essigsäure nach sich ziehen und wird man stets verhältnißmäßig viel Theer, aber nur wenig Holzessig, und auch diesen von nur geringem Säuregehalte erzielen.

Der Schwarz'sche Ofen.

Der von Schwarz construirte Ofen ist ebenfalls ein Meilerofen und beruht auf dem Principe, daß die heißen, von besonderen Feuerungen gelieferten Gase das in einem geschlossenen Raume aufgeschichtete Holz durchziehen müssen

und dasselbe so weit erwärmen, daß die trockene Destillation vor sich geht. Fig. 16, 17 und 18 stellt die Construction dieses Ofens dar, und zwar Fig. 16 im Querdurchschnitte, Fig. 17 im Grundrisse und Fig. 18 im Durchschnitte nach cc.

Fig. 16.

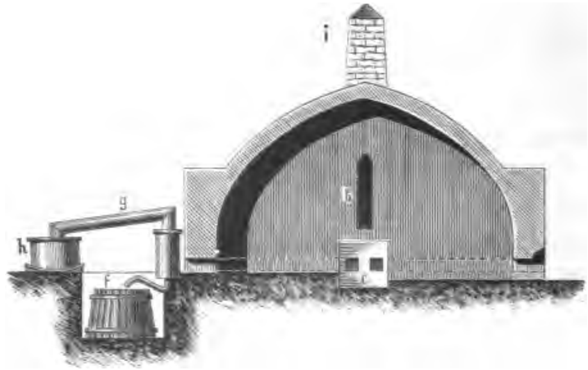
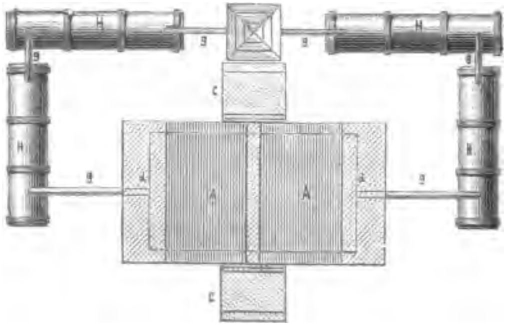


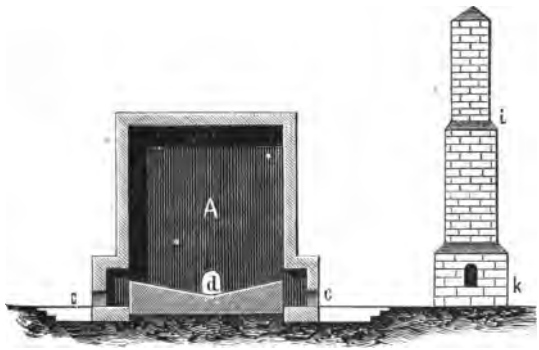
Fig. 17



Der gewölbte Verkohlungsraum A ist mit Oeffnungen b versehen, durch welche das Holz eingetragen und die Kohlen ausgezogen werden; cc sind vier zu zweien nebeneinander liegende Feuerstellen. Die Destillationsproducte und Feuergase

entweichen durch die Oeffnungen d und die Röhren g. Ein Ast der letzteren geht nach abwärts, ist knieförmig gebogen und taucht in einen Kübel f, in welchem sich der hochsiedende Theer, der sich schon bei geringer Abkühlung verdichtet, ansammelt; nachdem die Mündung dieses Rohres durch Theer abgeschlossen ist, kann durch dasselbe keine Luft in den Verkohlungsraum treten. Der aufsteigende Ast von g führt die Dämpfe und Gase in weite aus Holz angefertigte Röhren, in welchen sich Holzessig und die flüchtigeren Theerproducte verdichten; die Gase selbst entweichen durch die

Fig. 18.



Röhren s, nach dem Schornsteine i. An letzterem ist bei k eine Feuerstelle angebracht, in welcher beständig Feuer unterhalten wird, was einen lebhaften Luftzug in dem Schlote bewirkt.

Der Gang dieses Ofens ist der folgende: Die von den Feuerungen cc abgehenden Gase durchstreichen das Holz, bewirken die trockene Destillation desselben, gelangen mit den Dämpfen nach H, woselbst sich die Destillationsproducte verdichten und die Gase durch den Schornstein entweichen. Am Beginne der Destillation entweicht aus dem

Schornsteine dichter schwarzer Rauch, am Ende der Operation aber nur mehr leichte bläuliche Dämpfe, ähnlich wie aus einem fast ganz ausgebrannten Meiler. Es werden sodann sämmtliche Oeffnungen am Ofen und Schornsteine wohl verschlossen und die Kohlen entweder durch allmähliches Einspritzen von Wasser oder durch Stehenlassen des Ofens abgekühlt.

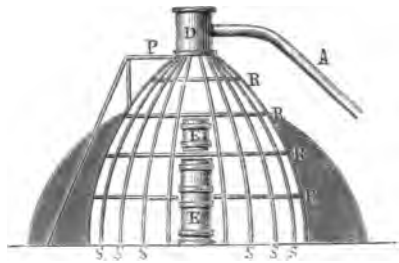
Beim Betriebe eines solchen Ofens muß ununterbrochen darauf geachtet werden, daß die Feuerungen ganz mit brennendem Holz angefüllt seien und daß der Luftzug im Schornsteine nicht zu mächtig werde. Tritt nebst den Gasen, welche aus der Feuerung in den Verkohlungsraum gelangen, unverbundener Sauerstoff in den letzteren, so wird sich das Holz entzünden, und kann auf diese Weise ein großer Theil desselben völlig verbrannt werden; ist der Luftzug zu stark, so wird wohl die Hauptmenge der Destillationsproducte unverdichtet durch den Schornstein entweichen und nur ein sehr kleiner Theil derselben gewonnen.

Anhang: Der Meiler von Dromart.

In dem Werke: „Carbonisation en forêts“ beschreibt E. Dromart einen Apparat zur Verkohlung des Holzes unter gleichzeitiger Gewinnung der flüchtigen Destillationsproducte, welcher sich zum Theile in seiner Construction den gedeckten Meilern, zum Theile den Meileröfen nähert. Der Apparat Fig. 19 besteht aus einem Eisenreifen, der horizontal auf dem Boden liegt und 5·2 Meter Durchmesser besitzt; von diesen Reifen erheben sich in gleichen Abständen von einander 16 Eisenstreifen S, welche so gekrümmt sind, daß sie das Gerippe einer Glocke bilden und oben an einen Ring von 68 Centimeter innerem Durchmesser, welcher aus Gußeisen angefertigt ist, zusammenlaufen. Zur größeren Festigkeit

des Eisengerippes sind an demselben in der Höhe von 2 Meter und 3·5 Meter über dem Boden horizontale Eisenringe R angebracht. An diesen Ringen und zwischen den einzelnen aufsteigenden Eisenstreifen werden Eisenbleche von entsprechender Größe aufgehängt, so daß das Eisengerippe ganz von einem Blechmantel bedeckt wird. Auf dem vorerwähnten Ringe sitzt ein Rohr D von 1 Meter Höhe und gleichem Durchmesser wie der Ring, welches durch einen Blechdeckel abgeschlossen werden kann. An den Blechplatten sind 5 Centimeter breite Vorsprünge angebracht, welche es den Arbeitern möglich machen, zu allen Punkten der Glocke zu gelangen, ohne eine Leiter anwenden zu müssen; in jeder der drei durch die Horizontalreifen gebildeten Abtheilungen des Gerüstes sind in den Blechplatten wohl verschließbare Thüren E angebracht,

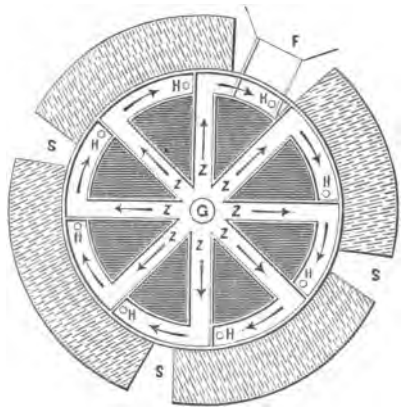
Fig. 19.



die zum Eintragen des Holzes und zum Ausziehen der Kohlen dienen. Neben dem Apparate führt eine Leiter auf eine kleine Plattform P, welche in gleicher Höhe mit dem obersten Ring angebracht ist und dazu dient, es einem Arbeiter zu ermöglichen, den auf dem cylindrischen Aufsatz liegenden Deckel nach Bedarf zu öffnen und zu schließen. Die letztgenannte Vorrichtung ist nur erforderlich, wenn der Apparat blos zur Darstellung von Kohlen verwendet werden soll; will man auch die flüchtigen Destillationsproducte gewinnen, so ist der Aufsatz oben geschlossen und führt von demselben seitswärts ein Rohr A ab, welches die Dämpfe nach einem Kühlapparate leitet.

Den zweiten Haupttheil des Apparates bildet die Heizvorrichtung Fig. 20. Dieselbe besteht aus einer geräumigen Heizung F, welche tiefer als die Sohle des Meilers liegt und von der ein Canal aus feuerfestem Materiale bis in den Mittelpunkt des Meilers führt, woselbst er in einen oben gewölbten cylindrischen Raum G endet, von welchem acht Canäle Z wie die Diagonalen eines Achteckes auslaufen und 40 Centimeter von dem tiefstliegenden Eisenring entfernt frei münden, oder bei den verbesserten Apparaten in acht Schornsteine H übergehen, welche die Feuergase der Heizung directe in's Freie führen.

Fig. 20.



Um die Abkühlung des Apparates von außen zu verhüten, bekleidet man ihn bis zu zwei Drittel seiner Höhe, eventuell ganz mit einer Schichte von Stein oder von Rasen, in welcher nur Oeffnungen für die Thüren und Sondiröffnungen angebracht sind. Um die Dämpfe der flüchtigen Producte aus den glockenförmigen Gefäße anzusaugen, steht der Kühlapparat in seinem unteren Theile mit einem Schornsteine in Verbindung. Die ganze Vorrichtung hat, wie aus der vorstehenden Beschreibung erhellt, eine gewisse Aehnlichkeit mit den Schwarz'schen Meileröfen, wird aber in solcher Größe angefertigt, daß in derselben 50 Raummeter Holz auf einmal verkohlt werden können.

Nach den Angaben, welche Dromart über die Leistungsfähigkeit dieses Apparates macht, stellt sich die Ausbeute an Kohlen sehr günstig und läßt die Construction auch vermuthen, daß in diesem Apparate ein großer Theil der flüchtigen Destillationsproducte gewonnen werden kann. Als ein Vortheil des Apparates ist der Umstand anzusehen, daß es möglich ist, den Apparat, nachdem er an einem Orte durch gewisse Zeit in Verwendung gestanden hat, abzutragen und an einer anderen Stelle wieder aufzurichten, indem das Eisengerüste nur durch Bolzen zusammengehalten wird und die Canäle des Heizapparates aus Thonröhren hergestellt werden können, welche durch Verstreichen der Muffen mit Lehm gedichtet werden, so daß bei der Wiederaufrichtung des ganzen Apparates nur die Feuerung und die nöthige Erdarbeit: Versenken der Röhren in den Boden und Ebnen der Fläche, auf welcher das Eisengerüste aufgestellt werden soll, vorzunehmen ist, was mit Bezug auf die verminderten Transportkosten für das Holz gewiß vortheilhaft erscheint.

Es soll hier aber auch das Bedenken über die Dauerhaftigkeit des Apparates ausgesprochen werden. Der Theil des Apparates, welcher den eigentlichen Verkohlungsraum bildet, besteht aus Eisenstangen und Blechen, denen man — um nicht ein sehr großes Gewicht der Theile zu erhalten — keine besonders starken Dimensionen geben darf; nachdem nun diese Eisentheile bei jeder Verkohlungsoperation stark erhitzt werden und an der Außenseite zum Theile dem Einflusse der Witterung ausgesetzt sind, dürfte die Dauerhaftigkeit derselben keine sehr lange sein.

In jenen Fällen, in welchen nicht auf die Möglichkeit, den Apparat nach anderen Orten zu übertragen, großer Werth zu legen ist, dürfte daher dieser Apparat gegen jene, bei welchen die Verkohlung in gemauerten Räumen

vorgenommen wird, an Brauchbarkeit zurückstehen, indem letzteren auch der wesentliche Vortheil zukommt, aus schlechteren Wärmeleitern zu bestehen und infolge dessen weniger Wärme durch Ausstrahlung abzugeben.

Man kann einen solchen Apparat unmittelbar aus ungebrannten Ziegeln herstellen und als Bindemittel für letztere dünnen Lehmbrei verwenden; im Laufe der Zeit wird dieser Lehmmantel durch die während des Kohlenbrennens entwickelte Hitze ganz ausgebrannt und können Risse, welche in dem Gewölbe entstehen, durch einfaches Verstreichen mit Lehm vollständig gedichtet werden. Jedenfalls wird man auf diese Weise im Stande sein, einen in gleicher Weise functionirenden Apparat mit geringerem Kostenaufwand herzustellen, als einen solchen, bei welchem das kostspielige ganz mit Eisen bekleidete Gerüste in Anwendung kommt.

Die Retorten.

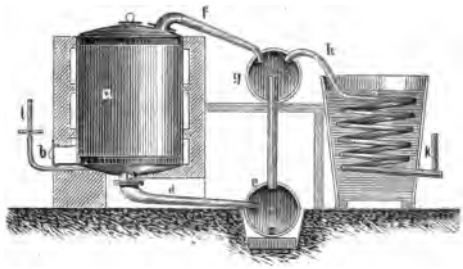
Wenn man Holz in Gefäßen erhitzt, welche bis auf eine Oeffnung zum Abzuge der Destillationsproducte luftdicht geschlossen sind — derartige Gefäße werden als „Retorten" bezeichnet — und an die erwähnte Oeffnung eine passend eingerichtete Kühlvorrichtung fügt, so erhält man einen Apparat, in welchem man alle aus dem Holze entweichenden dampfförmigen Producte gewinnen kann und sind solche Apparate die für die Zwecke der Gewinnung von Holzessig die empfehlenswerthesten.

Der Hessel'sche Thermokessel.

Dieser Apparat, einer der einfachsten Retortenapparate, die man zur Destillation des Holzes in Anwendung bringt, Fig. 21, besteht aus einem vertical stehenden Cylinder a aus Eisenblech, welcher derart eingemauert ist, daß nur seine

Mantelfläche vom Feuer getroffen werden kann. Um dies zu erreichen, ist der Cylinder an der Basis nur so weit untermauert, daß er durch das Mauerwerk getragen wird, und ist das ihn umhüllende Mauerwerk so gestellt, daß die Kesselwand so gleichförmig als möglich erwärmt werde; um das Durchbrennen der letzteren zu verhüten, ist der untere Theil derselben mit Lehm beschlagen. Die Feuerzüge von je vier Thermokesseln (welche zu zweien durch eine Heizung erwärmt werden), münden in einen gemeinschaftlichen Schornstein.

Fig. 21.



Von der Basis des Thermokessels führt ein sich nach unten verengendes Rohr d, das bei c von einem siebartigen Helme bedeckt ist, nach einem cylindrischen Behälter e (Faß), welches zur Aufnahme des Theeres bestimmt ist; von der oberen Fläche, in welcher eine Oeffnung zum Eintragen des Holzes angebracht ist, führt ein Rohr f nach einem zweiten Fasse g, welches mit einer Kühlschlange h verbunden ist; die beiden Fässer sind in der aus der Abbildung ersichtlichen Weise durch ein Rohr mit einander in Verbindung gebracht. An dem Thermokessel ist außer den schon genannten Oeffnungen, nahe am Boden eine Oeffnung b zum Ausziehen der Kohlen und ein Dampfrohr l vorhanden.

Der eben beschriebene Apparat, welcher ganz besonders zur Destillation harzreicher Hölzer angewendet wird und daher als eigentlicher „Theer-Schweelapparat" bezeichnet werden könnte, wird in folgender Weise benützt. Nachdem der Thermokessel mit Holz gefüllt ist, und der Deckel und die Oeffnung b fest geschlossen sind, wird angeheizt und gleichzeitig durch das Rohr l Dampf eingeleitet, wodurch zuerst das Terpentinöl fast vollständig abgetrieben wird. Mit dem Eintreten der trockenen Destillation des Holzes wird der Zufluß des Dampfes abgestellt und trennen sich nun die Producte der trockenen Destillation nach dem Grade ihrer Flüchtigkeit. Das Harz, welches aus dem Holze ausgeschmolzen wird, fließt nebst dem schweren Theere durch das Rohr d ab und sammelt sich in dem Fasse e; die flüchtigeren Antheile des Theeres, namentlich aber der Holzessig und Holzgeist, entweichen durch das obere Rohr f, verdichten sich zum Theile in dem Fasse g oder in der Kühlschlange h; die aus letzterer bei k austretenden Gase werden entweder in's Freie oder in eine Feuerung geleitet. Das g und e verbindende Rohr dient dazu, den Inhalt des Fasses g, nachdem derselbe einmal bis zur Mündung des Rohres gestiegen ist, nach dem unteren Fasse e abfließen zu lassen. Der in letzterem sich ansammelnde Theer wird von Zeit zu Zeit abgelassen und damit er sich so viel als möglich von dem beigemengten Holzessig scheide, vor der Verarbeitung durch einige Zeit in größeren Gefäßen der Ruhe überlassen.

Die Gefäßöfen.

In manchen Fabriken, namentlich in englischen, sind die sogenannten Gefäßöfen im Gebrauche, welche aus Kästen bestehen, die aus zusammengeschraubten Gußeisenplatten angefertigt sind und die Gestalt von rechteckigen Prismen besitzen, an welchen oben eine Oeffnung zum Eintragen des

Holzes, an einer Seite eine andere Oeffnung zum Ausziehen der Kohlen vorhanden ist, welche beide während der Arbeit durch einen Deckel, der mittelst Lehm gedichtet wird, verschlossen sind. Eine dritte im oberen Theile des Kastens angebrachte Oeffnung dient zum Abzuge der Dämpfe. Zweckmäßige Dimensionen für derlei Verkohlungskästen sollen die nachstehenden sein:

Länge	Höhe	Breite	Fassungsraum
	Meter		Cubikmeter
2·13	1·37	1·12	3·26
2·90	1·52	1·12	4·93
3·05	1·32	1·32	5·31

Die Anwendung prismatischer Kästen hat insoferne ihre Vortheile, als man in derselben den Raum am besten auszunützen im Stande ist, sie haben aber wieder den Nachtheil, daß es schwieriger ist, sie gleichförmig zu erwärmen, als dies bei Gefäßen von cylindrischer Form der Fall ist. Bezüglich des Materiales, aus welchem diese Kästen angefertigt werden sollen (Gußeisen) und die Art der Verbindung der Theile (durch Verschraubung) möge hier eine Bemerkung Raum finden, welche auch für die nachfolgend zu beschreibenden Apparate Geltung besitzt.

Das Gußeisen, zwar billiger als Schmiedeeisen, hat den Nachtheil, daß es spröde ist und kann es geschehen, daß eine Platte des Kastens durch einen Stoß, wie derselbe durch das Einwerfen eines Holzklotzes hervorgebracht werden kann, einen Sprung bekommt und dadurch unbrauchbar wird. Außerdem finden sich im Gußeisen nicht selten Blasenräume, welche ebenfalls zum Undichtwerden der Kästen beitragen können.

Gegenwärtig ist starkes Eisenblech, sogenanntes Kesselblech, in sehr bedeutenden Dimensionen zu beschaffen und ist dieses Blech in der Dicke von 8 Millimeter (10 Millimeter

für die vom Feuer direct getroffenen Theile der Apparate) seiner Festigkeit, Elasticität und Dauerhaftigkeit wegen das zweckentsprechendste Materiale zur Anfertigung der zur Destillation des Holzes dienenden Gefäße. Die Vereinigung der einzelnen Theile der Gefäße durch Schrauben kann bei einem Apparate, welcher ununterbrochen starken Temperaturschwankungen ausgesetzt ist, die über 400° C. betragen, nicht empfohlen werden, indem durch die stete Ausdehnung und Zusammenziehung der Theile die Schraubenverbindung in kürzester Zeit gelockert sein müßte. Das einzige Mittel, derartige Apparate vollständig dicht zu erhalten, ist, dieselben heiß nieten zu lassen, in ähnlicher Weise, wie die Dampfkessel genietet werden.

Der Kestner'sche Destillir-Apparat.

In diesem ältesten und schon sehr vollkommenen Apparate zur trockenen Destillation von Holz ist das Princip der sog. stehenden Retorten in Anwendung gebracht und unterscheidet sich dieser Apparat von ähnlichen neuerer Construction hauptsächlich nur dadurch, daß die Retorte stabil ist. Dieselbe besteht aus einem cylindrischen Gefäße, welches aus Gußeisen angefertigt wird und in einem Ofen so eingesetzt ist, daß auch die Mantelfläche von den Feuergasen bespült wird. Das Holz wird von oben eingetragen, die Kohlen durch eine an der Mantelfläche angebrachte Oeffnung ausgezogen; beide Oeffnungen sind während des Betriebes durch Deckel verschlossen, welche mit Lehm gedichtet werden. Die Abkühlung der Dämpfe, die durch ein oben an der Mantelfläche des etwa 3 Raummeter Holz fassenden Cylinders angebrachtes Rohr entweichen, erfolgt in zweckmäßiger Weise in einem Gegenstrom-Kühlapparate und werden die sich entwickelnden Gase zur Beheizung des Cylinders verwendet, so daß dieser Apparat

geradezu schon alle Vortheile besitzt, welche durch spätere Construction in noch günstigerer Weise erreicht wurden.

Es ist bei Anwendung dieses Apparates zweckmäßig, dem Verkohlungscylinder eine bedeutende Wandstärke zu geben, indem es hierdurch leichter ist, die Destillation in entsprechender Weise, das heißt langsam zu leiten und hierdurch auch noch ein weiterer Vortheil erzielt wird. Man zieht nämlich die Kohlen nach beendeter Destillation sofort aus und füllt den Cylinder neuerdings mit Holz; die in dem dickwandigen Gefäße aufgespeicherte Wärme tritt nun sogleich wieder in Wirksamkeit, indem sie an das Holz übergeht und nach dem vollständigen Verschlusse des Gefäßes, durch ganz schwaches Heizen die Destillation sogleich wieder in Gang gebracht wird.

Die liegenden Retorten.

Die Einrichtung eines Apparates zur Destillation des Holzes in liegenden Retorten hat der Hauptsache nach die größte Aehnlichkeit mit der jener Apparate, welcher man sich zur Gewinnung des Leuchtgases aus den Steinkohlen bedient. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Vorrichtungen liegt jedoch darin, daß die zur Destillation von Holz bestimmten Retorten in Feuerungen liegen sollen, welche gestatten, die Wärme langsam und gleichmäßig zu steigern, indeß bei den Leuchtgasapparaten eine rasche Steigerung der Wärme verlangt wird. Nachdem Thon ein schlechterer Wärmeleiter ist als Eisen, hat es den Anschein, als wenn thönerne Retorten die empfehlenswertheften wären, um in ihnen Holz der trockenen Destillation zu unterwerfen. Derlei Retorten haben aber den Nachtheil, daß sie gebrechlich sind und auch ziemlich leicht rissig werden. Durch unvorsichtiges Einwerfen von Holzscheitern, sowie durch das Eindringen kalter Luft beim

Ausziehen der Kohlen bilden sich in den Thonretorten sehr leicht Sprünge, welche sich nur in sehr ungenügender Weise durch Verstreichen mit Thon ausbessern lassen und immer größer werden, so daß die Retorte alsbald ganz unbrauchbar wird.

Man wendet aus den angegebenen Gründen, wohl nur in Ausnahmsfällen thönerne Retorten zur Destillation von Holz an, sondern benützt fast überall eiserne Gefäße. Gußeiserne Retorten haben den Nachtheil, daß sie wegen der bedeutenderen Wandstärke, welche man ihnen geben muß, ein großes Gewicht haben und auch nur schwierig reparirt werden

Fig. 22.

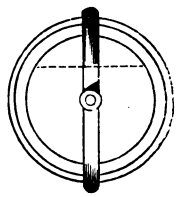
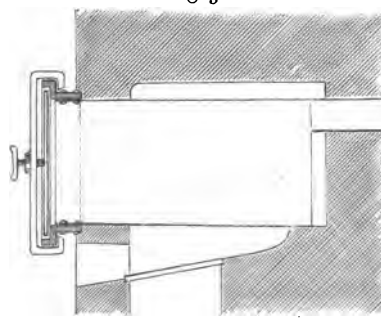


Fig. 23.

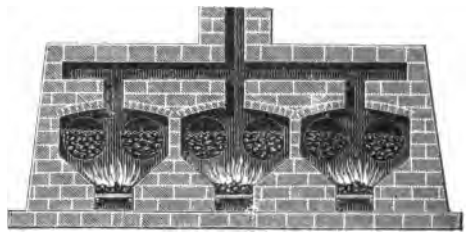


können; es ist daher am zweckmäßigsten die Retorten, sie mögen liegende oder stehende sein, aus heißgenietetem Kesselblech anfertigen zu lassen, dessen Dicke 8 Millimeter betragen soll; wenn eine derartige Retorte schadhaft wird, kann sie immer wieder durch Aufnieten einer Blechplatte an der beschädigten Stelle reparirt werden.

Fig. 22 und Fig. 23 geben die Abbildung einer schmiedeeisernen Retorte von der vom Verfasser ausgeführten Construction, welche sich als sehr zweckmäßig erwiesen hat. Die Retorte besteht aus einem Cylinder, welcher 2·2 Meter Länge und 1 Meter Durchmesser besitzt; am hinteren Ende

geht die Retorte in ein Rohr von der aus der Abbildung ersichtlichen Form über, welches so lang ist, daß es etwa 30 Centimeter aus dem Mauerwerke des Ofens hervorragt. An der Vorderseite ist die Retorte an einem gußeisernen Ringe befestigt, in dessen Falz eine Blechthür paßt, welche durch eine Bügelschraube an den Ring gepreßt und durch Verstreichen der Fuge mit Lehm vollkommen luftdicht schließend gemacht werden kann. Um die Kohlen rasch aus der Retorte ziehen zu können, befindet sich in derselben eine durch zwei angenietete Stäbe gestützte Blechscheibe, in deren Mittelpunkt eine Kette befestigt ist, welche auf dem Boden der Retorte liegt; sie wird, nachdem die Thür der Retorte geöffnet wurde, mit einem Haken gefaßt, nach vorne gezogen und schiebt hierbei die Kohlen vor sich her.

Fig. 24.

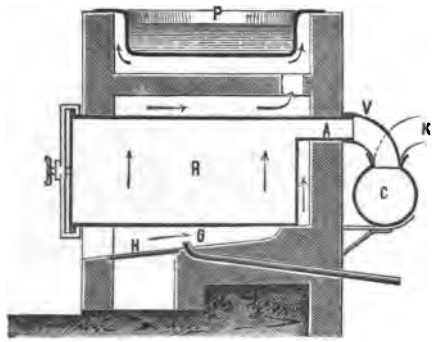


Es wird vielfach empfohlen, den unteren Theil der Retorten, etwa ein Drittel des Umfanges, durch ein Gewölbe gegen die directe Einwirkung des Feuers zu schützen, so daß nur der Rest der Retortenoberfläche von den Feuergasen bespült werden kann; es ist dies aber nicht von Wesenheit, indem man bei Hinweglassung dieses Gewölbes weniger Feuerungsmateriale braucht und die Retorten, welche man ja fast immer mit Holz oder Holzkohle heizt, durch das Brennmateriale nicht zu leiden haben.

Fig. 24 zeigt die Art der Einmauerung von sechs Retorten, von welchen immer zwei eine gemeinschaftliche Feuerung besitzen. Wie die Abbildung zeigt, gehen bei dieser

Construction die Feuergase unmittelbar in den Schlot, was gleichbedeutend mit Wärmeverschwendung ist. Man kann aber diese Wärme in verschiedener Weise vollständig ausnützen, indem man auf dem Retortenofen entweder eine Pfanne anbringt, in welcher die Lösung des rohen Natriumacetates abgedampft werden kann oder indem man die Feuergase noch zur Beheizung eines Raumes verwendet, in welchem das demnächst zur Verarbeitung gelangende Holz getrocknet wird. Wenn man schon sehr wasserarmes Holz in Arbeit nimmt, so erhält man zwar eine geringere Menge an Holzessig als bei Anwendung von gewöhnlichem lufttrockenen Holz, welcher aber entsprechend reicher an Essigsäure ist.

Fig. 25.



In Fig. 25 ist die Abbildung eines Ofens angegeben, aus welcher die eben erwähnte Art der Ausnützung der Feuergase zur Beheizung einer Pfanne und die Verbindung der Retortenhälse A mit dem Kühlapparate ersichtlich ist. Längs der Hinterwand des Ofens ist nämlich ein Rohr C von großem Durchmesser (40 bis 60 Centimeter, je nach der Anzahl der Retorten) angebracht, der sogenannte Condensator; dasselbe dient zur Aufnahme der aus den Retorten entweichenden Dämpfe und zur theilweisen Abkühlung derselben. Die Verbindung der Retorten mit dem Condensator wird durch kupferne Bogenstücke V hergestellt, welche einerseits über das Abzugsrohr A der Retorte B, andererseits aber in einen entsprechend

geformten Aufsatz des Condensators gesteckt und mit Lehm dicht gemacht werden. Wenn eine Retorte außer Betrieb gesetzt wird, hebt man das Bogenstück ab und verschließt die Oeffnung am Condensator durch einen Deckel von entsprechender Form. Man giebt dem Condensator eine geringe Neigung nach einem Punkte und bringt an diesem einen Wechsel von verhältnißmäßig großem Durchmesser an, indem die in dem Condensator sich ansammelnde Theermasse gewöhnlich sehr zähflüssig ist. Ein über diesem Wechsel angebrachtes und ebenfalls sperrbares Seitenrohr dient dazu, den nach Abfluß des Theeres ablaufenden Holzessig nach dem zu seiner Aufnahme bestimmten Gefäße zu schaffen. In der Mitte des Condensators zwischen den Einmündungen zweier Retorten ist das Rohr angebracht, welches die Dämpfe in den eigentlichen Kühlapparat führt.

Es ist in vielen Fabriken Gebrauch, die aus dem Kühlapparate abströmenden Gase durch eine entsprechend construirte Röhrenleitung unter die Retorten zu führen und mit zur Beheizung derselben zu verwenden und verdient diese Einrichtung auch empfohlen zu werden, indem sie dazu beiträgt, Brennmateriale zu ersparen. Um jedoch die Gasheizung wirklich in zweckentsprechender Weise anwenden zu können, wird man der Leitung für die Gase eine solche Einrichtung geben müssen, daß man das Gas nach Belieben unter eine Retorte leiten kann oder nicht, indem man bisweilen bei zu raschem Gange der Destillation genöthigt ist, das Feuer unter einer Retorte ganz zu entfernen, um den chemischen Proceß in der Retorte zu mäßigen. Am zweckmäßigsten richtet man die Gasleitung so ein, daß man das Gas auch zur Beheizung anderer Apparate, z. B. von Eindampfpfannen, anwenden kann.

Die stehenden Retorten.

Der Hauptnachtheil, welcher den liegenden Retorten anhaftet, beruht einerseits darin, daß das Eintragen des Holzes mit ziemlichen Schwierigkeiten verbunden ist, falls die Länge der Retorte etwas mehr als doppelte Scheitlänge (somit mehr als etwa 2·2 Meter) beträgt, andererseits darin, daß man Schäden, welche sich an der Retorte einstellen, gewöhnlich nicht sogleich entdeckt und zum Zwecke der Reparatur die Retorte unbedingt aus dem Ofen genommen werden muß; schließlich ist noch zu bemerken, daß man bei Anwendung liegender Retorten immer einer gewissen Anzahl von Blechkästen bedarf, in welche die aus den Retorten gezogenen Kohlen geleert werden müssen.

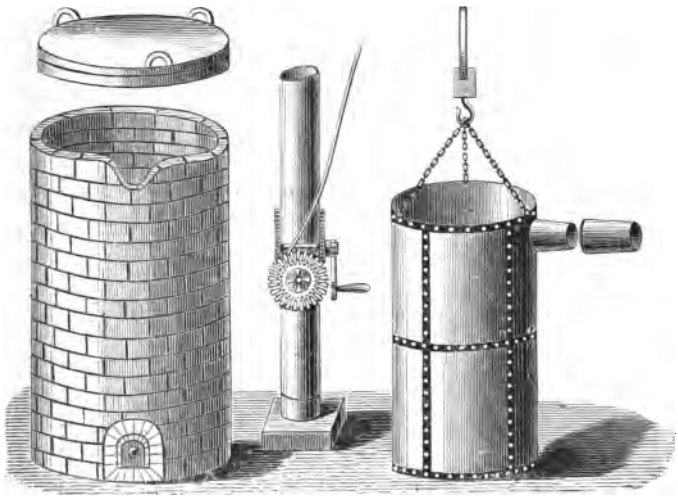
Wenn man den Retorten die Einrichtung giebt, daß sie aus dem Ofen gehoben und durch andere ersetzt werden können, so sind hiermit manche Vortheile verbunden: man kann ununterbrochen fortarbeiten, indem man eine Retorte, in welcher die Destillation beendet ist, aushebt und durch eine andere ersetzt, in der die Destillation alsbald wieder beginnt, indem das heiße Mauerwerk des Ofens fortwährend Wärme ausstrahlt und auch die Heizung nur so lange Zeit außer Thätigkeit zu sein braucht, als erforderlich ist, um eine Retorte auszuheben und eine andere an ihre Stelle setzen zu können.

Eine einfache Vorrichtung dieser Art, wie man sie zuerst in Frankreich für die Zwecke einer kleinen Fabrikation in Anwendung gebracht hatte, ist aus Fig. 26 ersichtlich. In den aus feuerfesten Ziegeln zusammengesetzten Ofen, welcher an der Rückseite eine mit einem Schornstein zu verbindende Oeffnung, vorn einen Ausschnitt hatte, aus welchem das Abzugrohr für die Dämpfe hervorragte, wurde mittelst

des kleinen Krahnes die Retorte gebracht und das Abzugsrohr derselben mit einem Kühlapparate verbunden.

Der hier skizzirte Apparat scheint namentlich für den Transport von einem Orte zum anderen berechnet gewesen zu sein und wurden aus diesem Grunde auch alle Theile desselben so leicht als möglich angefertigt. Für eine stabile Fabrik würde sich eine so leicht gearbeitete Retorte, die

Fig. 26.



eigentlich nur aus einem cylindrischen Gerippe von starkem Flacheisen mit aufgenieteten Blechtafeln besteht, der geringen Dauerhaftigkeit wegen nicht empfehlen, und wendete man von jeher in den stabilen Fabriken sowohl Oefen als Retorten von viel festerer Bauart an.

Die ursprünglich angewendeten, ebenfalls ganz von Feuergasen umgebenen Retorten hatten die aus Fig. 27 ersichtliche Einrichtung. Der Ofen wurde durch einen schweren

mit Lehm ausgekleideten Deckel oben geschlossen. Nachdem aber dieser Deckel ganz überflüssig ist, setzte man die Retorten frei in den Heizraum, und zwar in der Weise ein, daß dieselben am Boden nicht direct von der Flamme getroffen wurden, sondern auf einem durch das Feuer erhitzten Gewölbe ständen, indeß die Mantelflächen der Retorten von den Feuergasen erwärmt wurden. Fig. 28 stellt den Durchschnitt eines derartigen Ofens sammt eingesetzten Retorten dar, und ist an

Fig. 27.

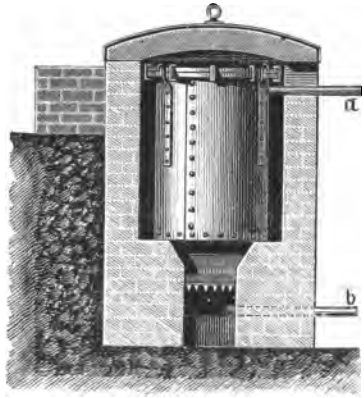
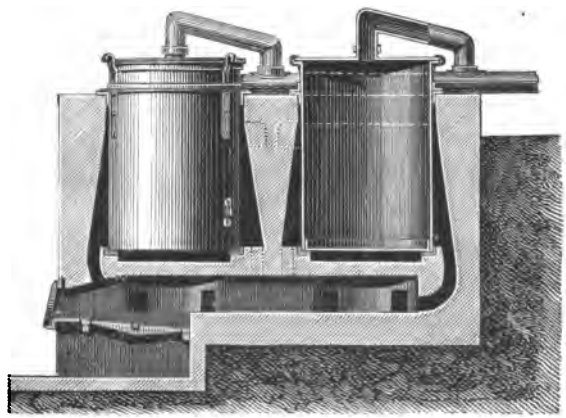


Fig. 28.

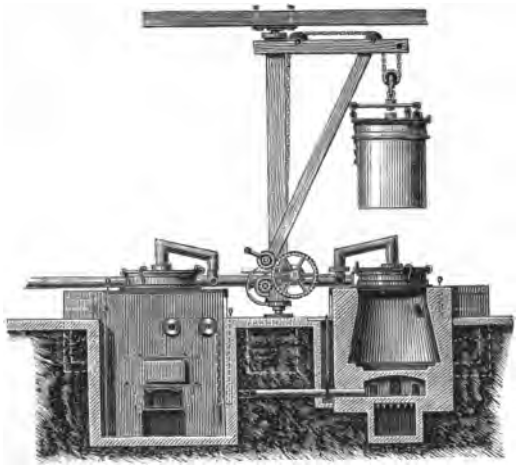


letzteren ersichtlich, in welcher Weise die Dämpfe abgeleitet werden; Fig. 29 zeigt die Einrichtung zweier Doppelöfen

(welche sonach vier Retorten enthalten) und die Krahnvorrichtung, die zum Ausheben der Retorten dient.

Die vorstehenden Abbildungen sind dem Werke: „Carbonisation des bois en vases clos“ von C. Vincent entnommen, haben aber nur so weit praktischen Werth, als sie die Art und Weise deutlich machen, in welcher derartige Anlagen ausgeführt werden können, ohne daß weder die Form der Gefäße, noch jene der Oefen oder des Krahnes eine solche wäre, die man zur Ausführung empfehlen könnte.

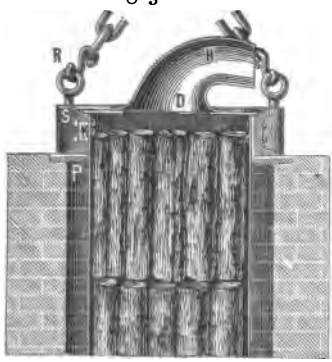
Fig. 29.



In den nachfolgenden Abbildungen ist die Einrichtung der Retortenöfen und des Hebezeuges angegeben, wie selbe nach den Plänen des Verfassers dieses Werkes ausgeführt wurden und welche sich auf das beste bewährt hat. Fig. 30 zeigt die Einrichtung einer Retorte, welche eine Höhe von 3·2 Meter (für drei übereinander gestellte Scheitschichten von je 1 Meter Höhe) und einen Durchmesser von 1 Meter besitzt. Die Retorte ist aus 8 Millimeter starkem Kesselblech

angefertigt, der unmittelbar vom Feuer getroffene Theil, das ist der Boden, besteht aus 10 Millimeter starkem Blech. Der obere Theil der Retorte ist mit einem gußeisernen Ringe K verbunden, welcher, wenn die Retorte in den Ofen eingesenkt ist, auf einem flachen gußeisernen Ringe P ruht, der auf dem Mauerwerke liegt. An diesem Ringe sind vier Oesen S angebracht, die zum Einhängen des Hebewerkes dienen und wird der Deckel der Retorte mittelst vier Stiften, welche durch Oeffnungen in den Ring gesteckt werden, festgehalten.

Fig. 30.



Der Deckel der Retorte besteht aus einer Blechscheibe, welche in der Mitte einen conischen Aufsatz D trägt, der in das zum Condensator führende Rohr H übergeht.

Fig. 31, 32 stellt die in den Ofen eingesetzte Retorte nnd die mechanische Vorrichtung dar, welche zum Ausheben und Einsetzen der Retorte R dient. Auf der oberen Fläche der Oefen ist ein Bahngeleise G angebracht, auf dem ein Krahnwagen R läuft, der einen Aufsatz trägt, welcher die Form einer abgestutzten Pyramide besitzt. Das Bahngeleise ist vom letzten Ofen aus bis zu einer Mauer fortgesetzt, auf welcher es aufruht und ist unter diesem Bahngeleise ein zweites angebracht, das nach dem Platze führt, an welchem die Retorten von Kohlen entleert und mit Holz gefüllt werden sollen. Die Function dieser mechanischen Vorrichtung ist nunmehr die folgende: Die Retorte, deren Inhalt vollständig abdestillirt ist, wird noch im heißen Zustande aus dem Ofen

gehoben, indem man den Krahnwagen über die Retorte

Fig. 31.

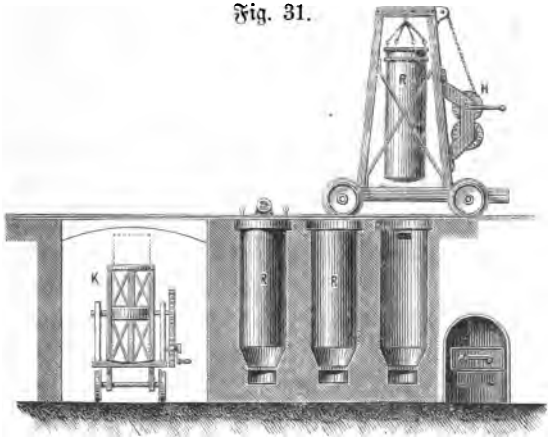
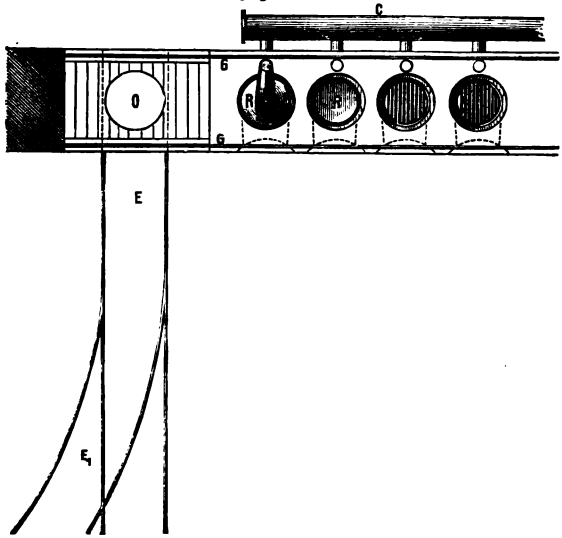


Fig. 32.



ſchiebt und letztere in die Hohlpyramide zieht; der Krahnwagen

wird sodann über die Oeffnung O gefahren, unter welcher auf dem zweiten Bahngeleise E ein Wagen K steht, welcher eine korbförmige Vorrichtung zur Aufnahme der Retorte besitzt. Nachdem die Retorte in diesen Korb gesenkt ist, wird der letztere durch Drehen einer Schraube ohne Ende horizontal gestellt und der Wagen (Kippwagen) über die zur Aufnahme der Kohlen bestimmte Grube gefahren, woselbst man die Retorte, deren Deckel erst jetzt abgenommen wird, so weit neigt, daß die Kohlen in die Grube fallen und durch Ueberdecken mit nassem Kohlenklein vor dem Verbrennen geschützt werden. Die von den Kohlen entleerte Retorte wird dann wieder in horizontale Lage gebracht und mit Holz gefüllt.

Während diese Arbeiten mit der eben aus dem Ofen kommenden Retorte vorgenommen werden, schiebt man unmittelbar, nachdem der erste Kippwagen weggefahren wurde, von einem Nebengeleise E_1, einen zweiten Kippwagen unter den Krahnwagen, hebt die Retorte in diesen hinauf, führt den Krahnwagen über den leeren Ofen und senkt die Retorte in diesen ein, worauf alsbald wieder die Destillation des Holzes beginnt.

Nachdem man gegen Ende der Destillation am stärksten heizen muß, um die letzten Antheile von Essigsäure und Theer zu gewinnen, sind auch in diesem Zeitpunkte die Wände des Ofens am heißesten; senkt man nun sofort, nachdem die Retorte mit den Kohlen ausgehoben ist, eine andere, welche mit Holz beschickt ist, in den Ofen ein, so genügt schon die von den Ofenwänden ausgestrahlte Wärme, um die Destillation einzuleiten und braucht man nur das Feuer leicht anzuschüren, um sie in ununterbrochenem Gang zu erhalten.

Mit dem Krahnwagen und zwei Kippwagen reicht man zur fortwährenden Bedienung von zwölf bis achtzehn

neben einander stehenden Oefen aus; für eine noch größere Anzahl von Retorten erscheint es angezeigt, auch zwei Krahnwagen anzuwenden und den Gang der Arbeit dann in folgender Weise einzurichten: Der eine Krahnwagen, in dessen Pyramide eine mit Holz gefüllte Retorte hängt, die aus einem Kippwagen gehoben wurde, der z. B. am rechten Ende der Ofenreihe steht, wird sofort, nachdem die mit Kohlen gefüllte Retorte durch den zweiten Krahnwagen ausgehoben wurde, über den Ofen gefahren und die Retorte eingesenkt, indeß der andere Krahnwagen nach dem linken Ende der Ofenreihe gefahren wird, woselbst man die Retorte hinabsenkt u. s. w.

Die Zeit, welche bei Anwendung dieser Vorrichtungen von einer Destillation zur anderen verstreicht, wird auf das kürzeste Maß reducirt, die Arbeit kann ununterbrochen vor sich gehen und man erspart die Anschaffung der Blechcylinder, in welche sonst die Kohlen zum Erkalten gebracht werden müßten, indem man sie aus den Retorten unmittelbar in Gruben leert, die zwischen den Schienen angebracht sind, auf welchen der Kippwagen läuft und in denen die Kohlen durch Ueberdecken mit nassem Kohlenklein abgelöscht werden.

Die Destillation des Holzes mit überhitztem Dampfe.

Ein zur Destillation des Holzes angewendeter Apparat ist um so vollkommener, je genauer man bei demselben im Stande ist, die Temperatur während des Processes zu reguliren, indem es nur in diesem Falle möglich ist, Kohlen von ganz bestimmter Qualität und gleichzeitig auch die größte Ausbeute an Destillationsproducten zu erzielen. Am leichtesten läßt sich noch dieser Zweck durch Anwendung des sogenannten „überhitzten Dampfes" erreichen. Wenn man nämlich Dampf von einigen Atmosphären Spannung, wie

ihn ein gewöhnlicher Dampfkessel liefert, in ein Rohr treten läßt, welches bis zum Glühen erhitzt ist, so nimmt der Dampf eine entsprechend hohe Temperatur an, ohne jedoch seine Spannkraft zu vergrößern, und erhält man auf diese Weise leicht einen Dampfstrom von einer Temperatur, welche über 400° C. beträgt.

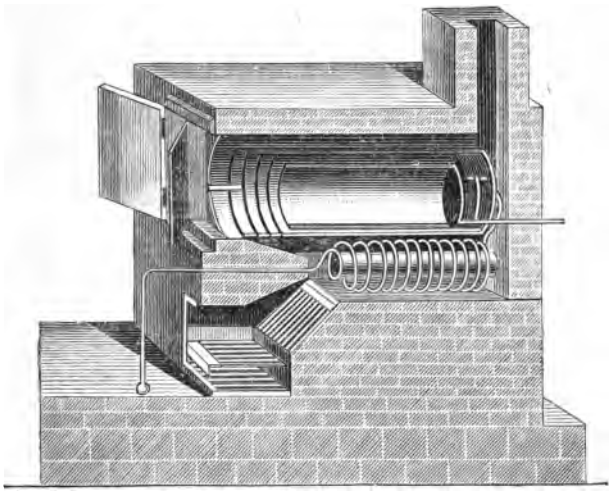
Nachdem man, wie aus der auf Seite 49 befindlichen Tabelle hervorgeht, das Holz überhaupt nur wenig über 400° C. zu erhitzen braucht, um die größte Menge aller aus demselben gewinnbaren flüchtigen Producte zu erhalten, wäre in der Anwendung des gespannten Dampfes das einfachste Mittel geboten, die Destillation des Holzes ganz innerhalb jener Grenzen zu leiten, welche man eben einhalten will. Bis nun scheinen sich aber der Anwendung des überhitzten Dampfes bei den großen Retorten, welche man in den Holzessigfabriken in Gebrauch hat, unüberwindliche technische Hindernisse entgegengestellt zu haben, indem keine derartige Fabrik nach diesem Verfahren arbeitet.

Wenn es sich aber darum handelt, kleine Mengen von Holz abzudestilliren und das Schwergewicht der ganzen Arbeit auf die Erzielung einer Kohle von bestimmter Beschaffenheit gelegt wird, lassen sich derartige Apparate mit großem Vortheile verwenden. Violette hat sich zur Durchführung seiner mehrfach erwähnten Versuchsreihe über die Vorgänge bei der Verkohlung des Holzes einen Destillirapparat construirt, welcher für überhitzten Dampf eingerichtet ist und mit geringfügigen Abänderungen gegenwärtig in der Mehrzahl der Fabriken, welche sich mit der Fabrikation von Schießpulverkohle beschäftigen, angewendet wird.

Fig. 33 stellt die Einrichtung des Apparates im Längsschnitte, Fig. 34 im Querschnitte dar. In dem cylindrischen Gewölbe eines Flammenofens liegen zwei Cylinder aus

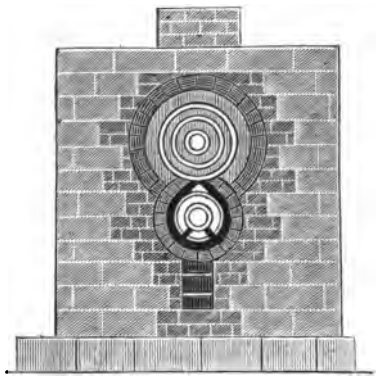
Eisenblech, von welchen der innere 25 bis 30 Kilogramm

Fig. 33.



zerkleinertes Holz (gewöhnlich wird Faulbaumholz verwendet) aufzunehmen vermag; beide Cylinder werden durch gut passende Deckel geschlossen. Unter dem äußeren Cylinder und über der Feuerung liegt ein zu einer Spirale gerolltes Eisenrohr, welches einerseits mit einem Dampfkessel, andererseits aber mit dem Raume zwischen den beiden Cylindern in der Weise verbunden ist, daß der Dampf den inneren

Fig. 34.



Cylinder umgiebt, durch eine Oeffnung im Deckel in den Cylinder tritt und mit den Destillationsproducten beladen durch das am hinteren Ende des Cylinders angebrachte Abzugsrohr entweicht.

Nachdem man den Dampfstrom durch entsprechende Stellen des Wechsels in beliebiger Weise reguliren kann, ist es möglich, das Holz ganz genau auf die gewünschte Temperatur zu erhitzen und Kohle von bestimmten Eigenschaften zu erhalten.

Der Destillirapparat für Holzabfälle.

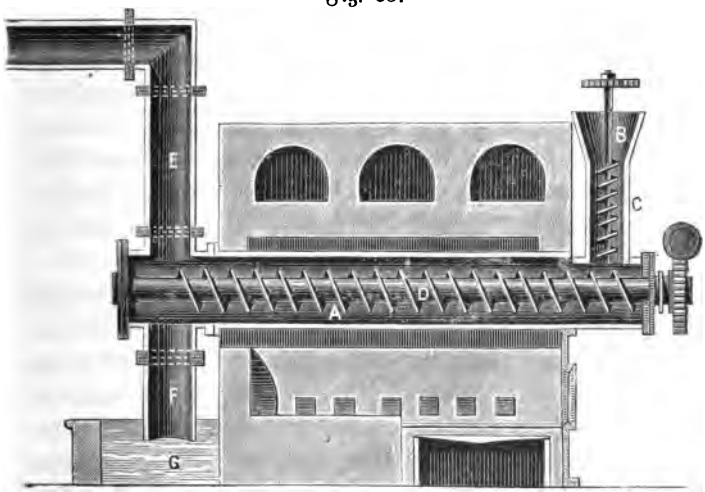
Bei der Verarbeitung von Holz und Rinden in verschiedenen Gewerben ergeben sich große Mengen von Abfällen, welche in den meisten Fällen nur eine sehr wenig lohnende Verwerthung in Form von Brennmateriale finden. Derartige Abfälle sind ganz besonders Sägespäne von Sägewerken, Späne von Farbhölzern, aus welchen der Farbstoff bereits extrahirt wurde und Stücke von ausgelaugter Gerberlohe. Nachdem alle eben genannten Abfälle immer noch Holz sind, werden sie, der trockenen Destillation unterzogen, Holzessig, Theer und Kohle liefern.

Da es schwer hält, Materiale von der Beschaffenheit der Sägespäne und der Gerberlohe in den gewöhnlichen Retorten zu verarbeiten, hat Halliday einen hierfür geeigneten ununterbrochen arbeitenden Apparat construirt, welcher in Fig. 35 abgebildet ist. Das zu destillirende Materiale wird in einen Fülltrichter B geworfen, welcher auf einem Cylinder C sitzt, in dem sich eine Schraube dreht; der Cylinder C ist mit einem weiteren horizontal liegenden Cylinder A verbunden, welcher in einem Ofen liegt und in dem sich ebenfalls eine Schraube D befindet. Das Rohr F, welches in ein mit Wasser gefülltes Gefäß G mündet, dient zum Ausstoß

der festen Destillationsrückstände, das Rohr E zur Abfuhr der Destillationsproducte nach den Kühlapparaten.

Die Einrichtung des Cylinders A mit der Schraube D ist jener der sogenannten Transportschnecken, deren man sich zur Fortbewegung von Getreide, Malz und anderer kleinkörniger Körper in horizontaler Richtung bedient, sehr ähnlich; je nachdem man die Schraube langsamer oder schneller rotiren läßt, hat man es vollkommen in der Macht, die Holztheile

Fig. 35.



durch längere oder kürzere Zeit der Einwirkung der Hitze auszusetzen und erhält nach mehrfachen übereinstimmenden Angaben aus der in derartigen Apparaten destillirten Holzsubstanz eine größere Ausbeute an Essigsäure als in jenen Apparaten, in welchen Holz in Scheitern verarbeitet wird.

Diese Thatsache ist übrigens nicht der besonders günstigen Construction der Apparate zuzuschreiben, sondern ausschließend dem Zustande, in welchem sich das Holz befindet. Aus den

kleinen Holztheilen entweichen die Destillationsproducte weit rascher, als aus den großen Holzklötzen, welche an der Oberfläche schon sehr heiß sein müssen, ehe sie im Innern so weit erwärmt sind, daß die Destillation beginnt. Die Destillationsproducte müssen somit durch diese stark erhitzten Kohlentheile streichen und wird hierbei ein großer Theil der Essigsäure zersetzt.

Das Kohlenklein, welches sich bei der trockenen Destillation von Holzabfällen ergiebt, läßt sich in mehrfacher Weise verwenden; ein Theil desselben dient, auf geeigneten Röften (Treppenröften) verbrannt, als Heizmateriale in der Fabrik selbst, der Rest desselben, namentlich dann, wenn Sägespäne verarbeitet werden, bildet in dem fein vertheilten Zustande, in welchem sich die Kohle befindet, ein gut verwendbares Desinfectionsmittel; an Orten, an welchen Kohle als Brennmateriale hohen Werth besitzt, eignet es sich sehr gut zur Fabrikation von sogenannten Briquettes.

Man kann einem, dem Halliday'schen ähnlichen Apparate eine solche Einrichtung geben, daß man bei der Destillation von Abfällen, welche in den Sägewerken, die sich mit der Verarbeitung von Nadelholz beschäftigen, gewonnen werden, auch das in dem Holze enthaltene ätherische Oel erhält, und läßt sich dieser Apparat auch so einrichten, daß man die beinahe überall fast ganz werthlosen dünnsten Aestchen und Zweige der Bäume in demselben aufarbeiten kann.

Die transportablen Destillirapparate.

Es ist von mehreren Seiten der Vorschlag gemacht worden, den Destillirapparaten für Holz eine solche Einrichtung zu geben, daß sich dieselben, nachdem sie an einem Orte eine gewisse Zeit hindurch im Gebrauche waren, leicht nach einem anderen schaffen lassen, um dort abermals

verwendet zu werden. Scheinbar hat diese Einrichtung sehr viele Vortheile für sich, indem man bei Anwendung derselben die oft sehr bedeutenden Auslagen für die Bringung des Holzes vollständig ersparen kann; wenn man den transportablen Apparat mitten in einem Holzschlage aufstellt, so hat man das Holz höchstens auf ein Kilometer Entfernung herbeizuschaffen und versetzt dann den Apparat in dem Maße, in welchem das Schlagen des Forstes fortschreitet.

In Wirklichkeit ist der Vortheil, welchen die Anwendung transportabler Apparate mit sich bringt, ein so geringer, daß derartige Apparate wohl nur in seltenen Fällen angewendet werden. Wenn man nämlich von der Annahme ausgeht, daß 100 Gewichtstheile Holz im Durchschnitte 20 Kohle, 40 Holzessig und 6 Theer ergeben, so macht das Gesammtgewicht dieser Körper 66 Gewichtstheile oder beiläufig zwei Drittel vom Holzgewichte aus; diesem Gewichte muß aber auch noch jenes des Destillirapparates sammt Kühler, sowie das Gewicht der Gefäße, in welchen Holzessig und Theer verfrachtet werden, zugeschlagen werden, und ergiebt dann die Rechnung ein Gewicht, welches mindestens ebenso groß ist, als jenes des Holzes selbst. Ueberdies ist auch wohl in Erwägung zu ziehen, daß ein Apparat, welcher oftmals zerlegt und wieder zusammengesetzt werden muß, sehr häufig der Reparaturen bedarf, welche schwerlich mitten im Walde ausgeführt werden können.

Es ist daher unter allen Umständen am zweckmäßigsten, die Anstalt zum Zwecke der trockenen Destillation des Holzes so anzulegen, daß sie so ziemlich im Mittelpunkte des auszubeutenden Forstes liegt und diese Anlage zugleich mit einer Fabrik zu verbinden, in welcher der Holzessig und der Theer weiter auf Essigsäure, Holzgeist, Kreosot u. s. w. verarbeitet wird. Das Gewicht dieser Producte ist nur ein kleiner

Bruchtheil von dem Gewichte des Holzes und ist überdies der Werth derselben ein so hoher, daß hierdurch der Transport auf große Entfernungen ermöglicht wird.

Es ist nicht thunlich, im Allgemeinen anzugeben, welcher Apparat unter den vorstehend beschriebenen als der zweckmäßigste anzusehen ist, indem es vielfach von den örtlichen Verhältnissen abhängig ist, ob man dem einen oder dem andern Apparate den Vorzug geben soll.

Die Entscheidung hierüber wird ganz besonders von einem Umstande beeinflußt, und zwar von jenem, ob die Kohlen Werth haben oder nicht. Wenn ersteres der Fall ist, wird man offenbar bestrebt sein, kleinere Apparate anzuwenden, welche so eingerichtet sind, daß man nebst gut ausgebrannten Kohlen allen Holzessig und Theer gewinnt und überdies die sich ergebenden Gase zur Beheizung der Retorten verwenden kann.

Liegen aber die Verhältnisse derart, daß man die Kohlen nur schwierig verwerthen kann, so ruht das Schwergewicht der Rentabilität der Fabrik in der Ausbeute, welche an Essigsäure und Holzgeist gemacht wird und erscheint es unter diesen Verhältnissen zweckdienlich, die trockene Destillation des Holzes in sehr großen Apparaten auszuführen, indem es bei diesen leicht möglich ist, die Temperatur sehr langsam zu steigern und infolge dessen einen an Essigsäure sehr reichen Holzessig zu gewinnen.

Die Kühlapparate.

Die Producte, welche bei der trockenen Destillation des Holzes entweichen, bestehen neben Essigsäure, Wasser und anderen sehr leicht flüchtigen Körpern, aus sehr großen Mengen von Gas. Nachdem der Gasstrom der Träger der

Dämpfe ist und in gewissen Perioden des Processes bedeutende Gasmengen entstehen, muß man für eine sehr ausgiebige Abkühlung der Dämpfe sorgen, um nicht sehr große Mengen werthvoller Destillationsproducte entweder ganz ungenützt in die Luft entweichen zu lassen oder einfach mit den Gasen zu verbrennen.

Bei jenen Anlagen, welche unter Anwendung mehrerer Retorten arbeiten, münden die Abzugröhren der letzteren in ein gemeinschaftliches Rohr von großem Durchmesser (40 – 50 Centimeter, vergleiche Figur Seite 153) und findet in diesem Condensatorrohre, welches schon kurze Zeit nach Beginn der Operation sehr heiß wird, eine beträchtliche Abkühlung der einströmenden Dämpfe und Gase statt, indem der Condensator, infolge seiner großen Oberfläche, viel Wärme an die umgebende Luft abgiebt; ein Theil der schwerer flüchtigen Theerproducte wird schon in dem Condensator verdichtet und wird durch einen Hahn, welcher an der tiefsten Stelle des (in schwach geneigter Lage aufgestellten) Rohres angebracht ist, abgelassen. Es dürfte sehr zweckmäßig sein, über dem Condensator ein mit vielen engen Oeffnungen versehenes Rohr anzubringen und aus letzterem tropfenweise so viel Wasser auf den Condensator fallen zu lassen, daß das auffallende Wasser so ziemlich vollständig wieder verdampft.

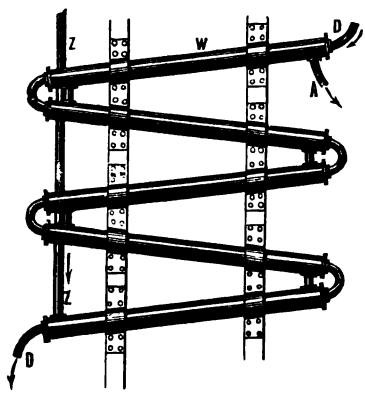
Durch Anwendung dieses Kunstgriffes wird nicht nur die Verflüssigung eines sehr großen Theiles aller Dämpfe erzielt, sondern wird auch außerdem noch ein doppelter Vortheil erreicht. Dä durch diese Abkühlung die Spannkraft der im Condensator befindlichen Dämpfe und Gase verringert wird, strömen die in den Retorten gebildeten Dämpfe rasch nach, was von großem Vortheile ist, indem durch das lange Verweilen der Dämpfe in der Retorte viel Essigsäure zersetzt wird, andererseits wird das Volumen der nicht verdichteten

Dämpfe in sehr erheblicher Weise verkleinert und bedarf man dann keiner Kühler von so bedeutenden Dimensionen, als man in Anwendung bringen müßte, wenn die gesammte Abkühlung erst in dem Kühlapparate erfolgen soll.

Die Gegenstrom-Röhrenkühler.

Schon bei dem ältesten Apparate zur trockenen Destillation des Holzes, bei dem von Kestner construirten (Seite 142) ist ein Kühler von zweckmäßiger Einrichtung angebracht und ist derselbe ein sogenannter Gegenstrom-Röhrenkühler, wie man solche auch in Fabriken in Anwendung bringt, in welchen bedeutende Flüssigkeitsmengen in kurzer Zeit abgekühlt werden sollen (z. B. in Brauereien und Spiritus-Fabriken zur Abkühlung der Maische). Die Einrichtung eines solchen Kühlapparates ist aus Fig. 36 ersichtlich. Das Rohr D, in dem die zu kühlenden Dämpfe enthalten sind, wird von einem zweiten Rohre W umschlossen, welches mit Wasser gefüllt ist; durch das Rohr Z wird aus einem hochaufgestellten Behälter kaltes Wasser in den untersten Theil von W geführt, durchströmt W und tritt bei A wieder aus. Nachdem die Dämpfe, welche sich in dem untersten Theile von D befinden, schon stark abgekühlt sind, geben sie an das Wasser nur mehr wenig Wärme ab; in dem Maße, in welchem das Wasser in die höher gelegenen Theile von W gelangt, nimmt

Fig. 36.

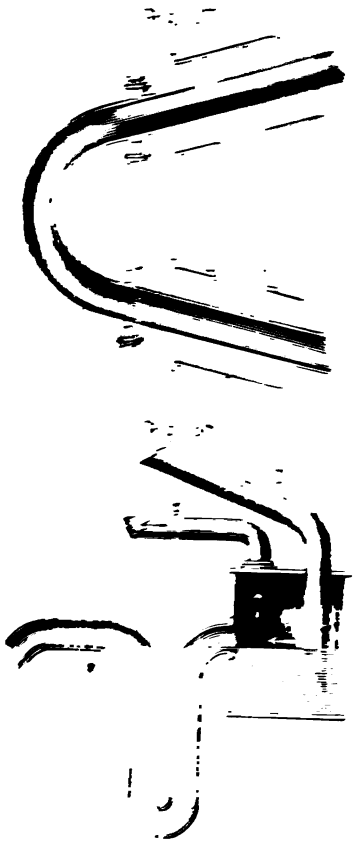


es durch die den Dämpfen entzogene Wärme immer höhere Temperatur an und fließt bei A in stark erwärmtem Zustande aus; bei genügender Länge der Kühlröhren und hinreichend starker Strömung des Wassers werden die Dämpfe in einem Apparate von der eben angegebenen Einrichtung so vollständig zu Flüssigkeiten verdichtet, daß nur sehr geringe Mengen von Essigsäure und Holzgeist von dem Gasstrome fortgeführt werden.

Um auch diese Essigsäuremenge zu gewinnen, läßt man das Gas, ehe man es verbrennt, durch einen Cylinder d (vergleiche Fig. 39 auf Seite 167) streichen, welcher 1 bis $1^1/_2$ Meter Höhe besitzt und mit etwa faustgroßen Stücken von Kalkstein gefüllt ist; die in dem Gasstrome enthaltene Essigsäure wird von dem Kalke gebunden und kann man, nachdem der Kalk durch eine gewisse Zeit gedient hat, das in ihm enthaltene Kalkacetat durch Auslaugung gewinnen.

Die Länge der Kühlröhren muß eine bedeutende sein; für sechs zu gleicher Zeit im Betriebe befindliche Retorten mit einer Gesammtladung von 18 bis 20 Raummetern Holz soll die Röhrenlänge etwa 40 Meter betragen und der Durchmesser der Röhren 15 Centimeter sein, indem sonst in dem Apparate durch Rückstauung der Gase großer Druck entsteht, was einer Verminderung der Ausbeute an Essigsäure gleichkommt. Es ist daher sehr empfehlenswerth, dem obersten Theile des Röhrenkühlers die Einrichtung zu geben, daß das Rohr W elliptischen Querschnitt besitzt und zwei nebeneinander liegende Röhren D enthält, welche sich erst beim Austritte aus diesem Theile zu einem Rohre vereinigen.

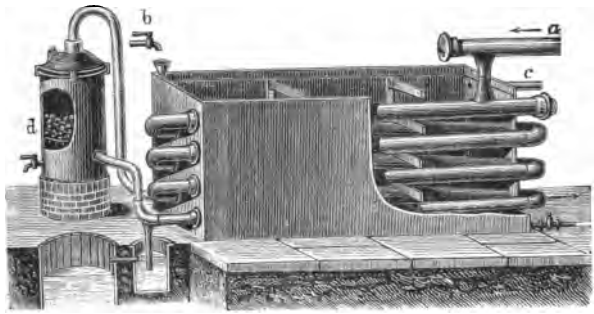
Damit in den Kühlröhren nicht etwa durch Ansammlung zähflüssiger Theermassen eine Verstopfung eintrete, ist es zweckmäßig, den Röhren eine ziemlich starke Neigung zu geben und die Verbindung zweier Röhren so zu bewerk-



steigen kann; das am Deckel dieses Cylinders angebrachte Rohr G führt das Gas aus C fort. Nachdem bei vermehrter Gasentwickelung das Gas nur eine Flüssigkeitsschichte von

sehr geringer Höhe in dem Rohre D hinabzudrücken braucht, um entweichen zu können, ist durch diese Vorrichtung die Möglichkeit geboten, das Gas ungehindert abströmen und eben so ungehindert das sich in C sammelnde Destillat durch R abfließen zu lassen. Tritt durch D weder Flüssigkeit noch Gas aus, so hört das Abfließen von Holzessig aus R sofort auf und steht die Mündung von D unter hydraulischem Verschlusse.

Fig. 39.



Die Kastenkühler.

An Stelle der eben beschriebenen Gegenstrom-Röhrenkühler hat man auch als Kühlvorrichtungen die sogenannten Kastenkühler in Anwendung gebracht, welche aus einem trogförmigen Gefäße bestehen, in dessen Schmalwänden Fig. 39 schiefliegende Röhren befestigt und untereinander durch Bogenstücke verbunden sind. Das Kühlwasser tritt durch ein Rohr b am Boden des Troges ein und fließt durch ein zweites Rohr oben ab. Der scheinbare Vorzug, welchen diese Kühlvorrichtung dem Gegenstrom-Röhrenkühler gegenüber besitzt, liegt darin, daß sie billiger zu beschaffen ist, als dieser; wenn man aber die Abkühlung so weit treiben will, daß mit Bestimmtheit alle überhaupt zu Flüssigkeiten verdichtbaren Körper

gewonnen werden, muß man in den Kastenkühlern ein viel längeres Rohr anwenden, als in den Gegenstrom-Kühlern, indem bei letzteren die Oberfläche des Kühlrohres in weit vollkommenerer Weise abgekühlt wird. Ein entschiedener Nachtheil der Kastenkühler liegt darin, daß die Röhren nur wenig geneigt liegen und das Abfließen des zähen Theeres nur langsam von statten geht, wodurch leicht eine Verstopfung der Kühlrohre eintreten kann.

Wenn nicht der letztgenannte Umstand zu befürchten wäre, könnte man als einfachste und sehr gut wirkende Kühlvorrichtung ein einfaches Schlangenrohr anwenden; das Eintreten einer Verstopfung der Röhren durch Theer, welches z. B. erfolgen könnte, wenn der Apparat zeitweilig außer Thätigkeit gesetzt wird, indem sich der Theer bei vollständigem Abkühlen stark verdickt, wäre aber gleichbedeutend mit dem Eintreten einer sehr gefahrvollen Explosion, welche durch starke Spannung der Dämpfe in den Retorten hervorgerufen werden könnte.

Um gegen die Möglichkeit einer Explosion bestimmt gesichert zu sein, ist es zweckmäßig, an dem Condensator eine Art von Sicherheitsventil anzubringen, welches einfach aus einem vertical aufsteigenden Röhrenstutze von etwa 30 Centimeter Durchmesser besteht, dessen Rand ganz eben geschliffen ist und auf welchem eine ebenfalls geschliffene Eisenplatte liegt, deren Gewicht so groß ist, daß die Platte unter normalen Verhältnissen nicht gehoben wird. Tritt aber infolge einer gänzlichen oder auch nur theilweisen Verstopfung eines Kühlrohres eine beträchtliche Erhöhung des Druckes in dem Apparate ein, so wird diese Platte sofort durch den plötzlich sehr stark werdenden Dampfdruck gehoben und können die Dämpfe gefahrlos entweichen. — Das zweckentsprechendste Materiale zur Anfertigung der Kühlröhren, das ist jener,

in welchen die Dämpfe ſelbſt circuliren, iſt das Kupfer, doch läßt ſich unter Anwendung gewiſſer Vorſichtsmaßregeln auch Eiſen hierfür benützen. Wenn man nämlich den Condenſator, welcher aus ſtarkem Keſſelblech (Eiſen) verfertigt iſt, in der oben angegebenen Weiſe kühlt, ſo wird ſchon ein großer Theil der Eſſigſäure in dieſem Theile des Apparates verdichtet und kann abgelaſſen werden, bleibt ſonach nicht lange mit dem Eiſen in Berührung; überdies ſetzt ſich in dem unteren Theile des Condenſators auch Theer an, welcher das Eiſen vor der Einwirkung der ſaueren Flüſſigkeit ſchützt.

Die Röhren in dem eigentlichen Kühlapparate würden von der Eſſigſäure in kurzer Zeit zerſtört ſein, wenn die ſauere Flüſſigkeit nicht infolge des ſtarken Gefälles dieſer Röhren raſch abfließen würde und gerade auch jene Theile der Röhren, über welche der Flüſſigkeitsſtrom ſelbſt läuft, durch den Theer geſchützt würden. Es dürfte bei Anwendung von eiſernen Röhren ſehr zweckmäßig erſcheinen, dieſelben an der Innenſeite mit gutem Asphaltlack zu überziehen, indem ein derartiger Ueberzug durch lange Zeit das Eiſen vollſtändig von der Berührung mit den ſaueren Dämpfen abſchließt.

Kupferne Röhren werden minder ſtark durch den Holzeſſig angegriffen, als eiſerne und können auch von ziemlich geringer Wandſtärke angewendet werden; es iſt aber ſehr wichtig, einen Umſtand zu beobachten. Die Kupferröhren werden bekanntlich mit Meſſing gelöthet und wird dieſe Legirung ſehr ſtark von den Dämpfen der Eſſigſäure angegriffen; man ſoll daher für den vorliegenden Zweck nur Kupferröhren anwenden, welche eine ſehr dünne Löthnaht beſitzen. Es verſteht ſich von ſelbſt, daß nur jene Theile des Kühlapparates, welche unmittelbar mit den ſaueren Dämpfen in Berührung kommen, aus einem Materiale ſein ſollen,

auf das kleinste Maß reducirt — die Kühlung aber dennoch eine sehr vollständige.

Die Behälter für die Destillationsproducte.

Die Gefäße, in welchen die flüssigen Producte der trockenen Destillation des Holzes aufbewahrt werden sollen, bestehen aus Holzbottichen, deren Höhe zwei Meter oder auch mehr betragen kann und deren Fassungsraum von der Menge des täglich zu erwartenden Destillates abhängt. Es ist zweckmäßig, den Rauminhalt dieser Gefäße so zu bemessen, daß täglich mindestens eines derselben gefüllt wird. Das Uförmige Rohr, aus welchem die aus dem Kühlapparate

Fig. 40.

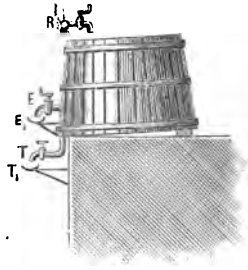
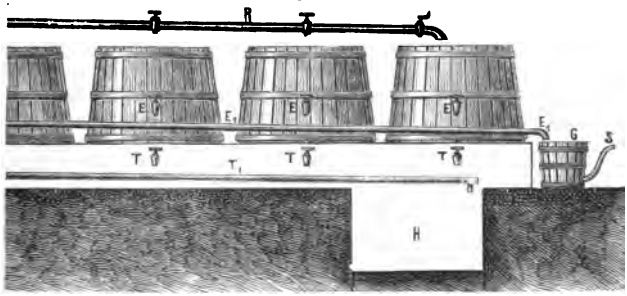


Fig. 41.



kommenden Flüssigkeiten ablaufen, mündet über einem Trichter, der auf einem Rohre sitzt, welches längs der Bottiche hinläuft und an den entsprechenden Stellen mit Wechseln versehen ist, welche es ermöglichen, die Flüssigkeit nach Belieben in einen der Bottiche laufen zu lassen.

Jeder Bottich ist so aufgestellt, daß er etwas nach vorne geneigt ist und ist an der tiefsten Stelle ein Hahn befestigt, unter dem eine Rinne hinläuft; beiläufig 20 bis 25 Centimeter über dem Boden ist an jeder Bottiche in der Wandfläche desselben ein Hahn angebracht und läuft unter diesen Hähnen ebenfalls eine Rinne hin. Fig. 40 und Fig. 41 versinnlichen die Anordnung der Bottiche, und dient die Röhre R zum Füllen der Bottiche mit den Destillationsproducten, die Hähne T und die Rinne T_1 zum Ablassen des Theeres nach einem in den Boden versenkten gemauerten Theerbehälter H; die Hähne E und die Rinne E_1 zum Ablassen des Holzessigs nach einem kleinen Gefäße G, an welchem das Saugrohr S einer Pumpe zur Weiterbeförderung des Holzessigs befestigt ist.

Nachdem der Holztheer ein Körper von ausgezeichnet conservirend wirkenden Eigenschaften auf das Holz ist, erscheint es sehr zweckmäßig, die Außenseite der Bottiche mit heißem Holztheer zu bestreichen und auch die Eisenreifen der Bottiche mit Theer zu überziehen; das Eisen wird durch den fest anhaftenden lackähnlichen Ueberzug, welcher beim langsamen Austrocknen des Holztheers entsteht, bleibend gegen Rost geschützt.

Die Verwendung der Gase.

Ein Raummeter Holz liefert bei der trockenen Destillation in runder Zahl 80 Cubikmeter Gase und können letztere sehr zweckmäßig als Heizmateriale angewendet werden. Bei Beginn der Destillation ergiebt sich (vergleiche Seite 74) ein an Kohlensäure sehr reiches Gasgemenge, welches als Heizmateriale wenig Werth besitzt; in späteren Stadien tritt aber die Kohlensäure zurück und enthält das Gas neben Kohlenoxyd noch Wasserstoff und Kohlenwasserstoffe, welche sehr bedeutenden Werth als Brennmateriale haben.

Am zweckmäßigsten wäre es, die Destillationsgase mittelst einer Pumpe aus dem Rohre G (Fig. 38) anzusaugen und in einer Gasglocke gewöhnlicher Construction anzusammeln; aus letzterer könnten sie dann durch Röhrenleitungen unter eine beliebige Feuerung geleitet werden. Man wird sich aber in einer Fabrik, in welcher Holz destillirt werden soll, nur schwierig zur Beschaffung einer Gasglocke von so bedeutendem Fassungsraum, wie derselbe mit Rücksicht auf die sich ergebende bedeutende Gasmenge erforderlich wäre, entschließen, sondern zieht es vor, das Gas directe in Feuerungen zu leiten und dort zu verbrennen.

Wenn man mit einer größeren Anzahl von Retorten arbeitet, kann man den Gang der Operation so leiten, daß man unter einer eben in den Ofen eingesetzten Retorte das Kohlen- oder Holzfeuer ganz erlöschen läßt und dieselbe nur mit dem Gase beheizt, welches aus solchen Retorten entweicht, in denen die Destillation schon im vollen Gange ist und beständig viel Gas entwickelt wird. In Fabriken, welche den Holzessig weiter verarbeiten, ist es am zweckmäßigsten, die Destillationsgase unter die Feuerung eines Apparates zu leiten, der fast ohne Unterbrechung beheizt werden muß, z. B. unter jene Pfannen, in welchen das rohe Natriumacetat zur Krystallisation eingedampft wird.

Es ist darauf zu achten, das aus den Retorten entweichende Gas nicht früher anzuzünden, als bis man sicher sein kann, daß aus dem gesammten Apparate (Retorte, Condensator und Kühler) alle Luft verdrängt ist, indem sonst der Fall eintreten könnte, daß sich die Flamme in der Röhrenleitung fortpflanzt und eine Explosion hervorruft, die wenn auch nicht gefahrvoll, doch stark genug sein könnte, um die mit Thon hergestellten Dichtungen an den Abzugsröhren der Dämpfe, an dem Condensator u. s. w. zu zerreißen.

Sobald übrigens aus einer Retorte Dämpfe entweichen, welche sich beim Abkühlen zu einer gelblich gefärbten Flüssigkeit verdichten, ist auch alle Luft aus dem Apparate verdrängt und kann man das Gas entzünden, ohne irgend welche Gefahr zu laufen.

Die Ausführung der trockenen Destillation des Holzes.

Wie auch der Apparat, in welchem die trockene Destillation des Holzes durchgeführt werden soll, eingerichtet sein möge, bleibt doch der Verlauf der Destillation in Bezug auf die Reihenfolge der Erscheinungen der nämliche und ist nur ein Unterschied in Bezug auf die Art der gewünschten Producte und die Zeitdauer der Operation zu machen. Letztere hängt von der Größe der auf einmal angewendeten Holzmenge ab; je bedeutender dieselbe ist, desto längere Zeit wird die Operation anzudauern haben und wird man unter sonst gleichen Verhältnissen längere Zeit zum vollständigen Abtrieb einer Holzladung brauchen, wenn man Holzessig, Theer und Schwarzkohle gewinnen will, als wenn man blos auf Holzessig und Röstholzgewinnung abzielt, da in ersterem Falle die Temperatur weit höher gesteigert werden muß.

Wenn man mit einer größeren Anzahl von Retorten arbeitet, so ist der Gang der Arbeit so einzurichten, daß derselbe ein ununterbrochener wird; es ist dies der zweckmäßigen Vertheilung der Arbeit wegen und auch aus dem Grunde zu empfehlen, um nicht durch die gewaltige Menge von Gas, welche sich in einem gewissen Stadium der Operation entwickelt, zu besonderen Auskunftsmitteln gezwungen zu sein.

Bei Anwendung verticaler Retorten und eines zweckmäßig eingerichteten Hebezeuges für dieselben, setzt man die Retorten offen in den Ofen ein und beginnt dann gelinde

zu feuern; es entwickeln sich Anfangs aus dem Holze nur Wasserdämpfe, die man in die Luft entweichen läßt; erst wenn sich der eigenthümliche aromatische Geruch einstellt, welcher den Beginn der Destillation anzeigt, setzt man den Deckel auf die Retorte und verbindet ihn mit dem Kühlapparate. Damit der Deckel dampfdicht auf der Retorte sitze, legt man auf den Rand derselben aus Thon geformte Würste, drückt den Deckel auf und streicht den herausgepreßten Thon mit einer elastischen Stahlklinge glatt.

Es hängt von der Größe der Retorten ab, wie lange die Destillation zu dauern hat; in der Regel leitet man letztere in der Weise, daß die Operation in zwölf Stunden durchgeführt ist. (Bei großen Apparaten, wie selbe z. B. die Meilerösen sind, in denen viele Meter Holz auf einmal verkohlt werden sollen, dauert die Destillationszeit mehrere Tage, indem schon das Anwärmen einer so bedeutenden Holzmenge bis zur Zersetzungstemperatur geraume Zeit in Anspruch nimmt.) Wenn einmal jene Temperatur erreicht ist, bei welcher das Holz anfängt, reichlichere Mengen von Destillationsproducten zu geben, das ist beiläufig bei 200° C., muß man sich bemühen, das Feuer unter den Retorten immer nur in solcher Stärke zu erhalten, daß die Temperatur nur sehr langsam steigt und erst in der letzten Periode der Destillationszeit 350° C. erreicht, so daß bei zwölfstündiger Destillationsdauer die Temperatur im Innern der Retorten durch etwa 10 Stunden unter 350° C. bleibt. Um in Bezug auf diese Regelung der Temperatur bezüglich der Heizung Uebung zu erlangen — bei neu erbauten Oefen ist dies von besonderer Wichtigkeit — empfiehlt es sich an einer der Retorten ein Thermometer anzubringen, und zwar in nachstehend angegebener Weise. In dem Deckel der Retorte ist eine Oeffnung von einigen Centimetern Durchmesser angebracht und läßt sich in dieser

ein eisernes Rohr, welches unten geschlossen, oben offen ist, festschrauben; die Länge dieses Rohres ist so bemessen, daß das untere Ende desselben bis in die Mitte der Retorte reicht. In dieses Rohr wird ein Quecksilber-Thermometer, dessen Theilung bis zu 360° C. (dem Siedepunkte des Quecksilbers) reicht, und welches gegen das Zerbrechen gut geschützt ist, mittelst eines Drahtes eingesenkt. Wenn man dieses Thermometer von Zeit zu Zeit emporzieht, kann man nach der Temperaturanzeige desselben einen Schluß auf den Wärmegrad ziehen, welcher gleichzeitig in der Retorte herrscht.

Geübte Praktiker wissen auch aus der Menge des abfließenden Destillates und der gleichzeitig entweichenden Gase einen genauen Schluß über den Gang der Destillation zu machen.

Wenn man z. B. eine Holzmenge von 5 Metern (den Inhalt von zwei Retorten) auf einmal abdestillirt, so erhält man bei richtigem Gang der Feuerung etwa $1^1/_2$—2 Stunden nach Beginn des Heizens das erste Destillat, und zwar in einem Strahle, welcher beiläufig den Durchmesser eines Bleistiftes besitzt. Wird die Temperatur in den Retorten gleichmäßig gesteigert, so ändert sich die Dicke dieses Flüssigkeitsstrahles stundenlang nicht und behält derselbe die ursprüngliche gelbliche Farbe bei; das Gas tritt in einem mäßig starken Strome aus dem betreffenden Rohre und brennt mit blaßblauer Flamme. Erst in höheren Temperaturen, respective in späteren Perioden der Destillationszeit, fängt das Gas an, mit etwas stärker leuchtender Flamme zu verbrennen, indem sich demselben dann auch Kohlenwasserstoffe beimischen.

Sobald die Temperatur von etwa 350° C. erreicht ist, wird die Menge des Destillates mit einem Male geringer und vermindert sich auch die Menge des entweichenden Gases;

um nun die letzten Antheile der Destillationsproducte, welche jetzt der überwiegend größeren Menge nach aus Theerproducten bestehen, zu gewinnen, verstärkt man das Feuer und erhält nunmehr wieder Destillat in reichlicherer Menge, Der aus dem Kühler ablaufende Flüssigkeitsstrahl ist aber fortan durch die zahlreichen Tropfen dunkelgefärbter Theerproducte fast schwarz gefärbt; der Strom der Gase wird sehr stark und brennen diese Gase mit sehr hell leuchtender rein weißer Flamme.

Es ist übrigens auch bei diesem letzten Stadium der Destillation die Beobachtung gewisser Vorsicht in Bezug auf die Steigerung der Temperatur erforderlich; erhöht man die Temperatur zu rasch, so entwickelt sich mit einem Male eine so große Gasmenge aus den Retorten, daß in dem Apparate hoher Druck entsteht, der sich auch aus der Kraft, mit welcher der Gasstrom aus dem in die Heizung mündenden Rohre hervorgetrieben wird, erkennen läßt. Nachdem die Retorten gerade in diesem Stadium des Processes am heißesten sind und die Böden derselben nicht selten glühen, so ist Gefahr vorhanden, daß die genieteten Stellen undicht werden und bei den nächsten Operationen eine große Menge von Destillationsproducten dadurch verloren geht, daß sie in Dampfform durch diese undichten Stellen entweichen und verbrennen.

Wenn man wahrnimmt, daß der Gasstrom anfängt, kräftig zu werden, etwa $1^1/_2$ Stunden vor Ablauf der gesammten Destillationszeit, kann man das Feuer unter den Retorten ganz verlöschen lassen, indem die Wärme, welche sich infolge der Zersetzung in den Retorten entwickelt, im Vereine mit jener, welche von den erhitzten Ofenwänden ausgestrahlt wird, vollkommen hinreicht, um die Operation zu Ende zu führen. Wenn die Temperatur im Innern der Retorte auf 430° C. gestiegen ist, so hört die Entwickelung

von Destillationsproducten fast plötzlich auf, die Retorte enthält nunmehr nur Schwarzkohle.

Nachdem das Antimon bei einer Temperatur von 432° C. schmilzt, kann man sich dieses Körpers bedienen, um das Eintreten des Endes der Destillation zu ermitteln; man senkt zu diesem Behufe in die vorerwähnte Röhre (Seite 176), aus welcher das Thermometer selbstverständlich mit Erreichung der Temperatur von 350° C. entfernt wurde, an einem Drahte einen kleinen Tiegel, in dem sich ein Stückchen Antimon befindet; sobald dieses geschmolzen ist, ist auch die Destillation beendet und kann die Retorte sofort ausgehoben werden.

Die Flüssigkeit, welche während der Destillation abläuft, ist anfänglich wachsgelb, wird aber später dunkelfarbiger, rothbraun und endlich fast ganz schwarz und erscheint vollkommen trübe. Wenn man sie der Ruhe überläßt, so scheidet sie sich in zwei — wenn man will in drei — von einander scharf getrennte Schichten; die unterste derselben ist Theer, eine dicke Flüssigkeit von dunkler, gewöhnlich reinschwarzer Färbung, die mittlere, welche das größte Quantum ausmacht, der Holzessig, ist rothgelb oder rothbraun gefärbt und die oberste ist wieder dunkelfarbig und besitzt die Eigenschaften des Theeres; meistens ist aber diese Theermasse in so geringen Mengen vorhanden, daß sie nicht einmal die ganze Fläche des Flüssigkeitsspiegels überdeckt, sondern wie Schlacken auf derselben schwimmt.

Es ist sehr zweckmäßig, die Destillate durch längere Zeit der vollkommenen Ruhe zu überlassen, indem dann die Scheidung des Theeres vom Holzessig eine sehr vollständige ist, und letzterer als ganz klare rothbraune Flüssigkeit erhalten wird, die viel leichter auf reine Essigsäure verarbeitet werden kann, als ein Holzessig, welchem noch größere Mengen von Theer beigemischt sind.

Trifft man bei Anlage der Fabrik die Einrichtung, daß die Bottiche, welche zur Aufnahme des Destillates bestimmt sind, eine solche Größe erhalten, daß ein Bottich eben durch das in einem Tage gewonnene Destillat gefüllt wird, und stellt zwölf Bottiche in der durch Fig. 41 versinnlichten Weise zusammen, so kann man den Inhalt des zuerst gefüllten Bottiches durch eilf Tage ruhen lassen, ehe man gezwungen ist, durch Entleerung desselben Raum für neu darzustellendes Destillat zu schaffen. Wenn Holzessig und Theer in der Fabrik weiter verarbeitet werden sollen, so giebt man den hierfür bestimmten Apparaten dann auch solche Dimensionen, daß man die täglich resultirende Menge des Holzessigs auf einmal verarbeiten kann. Da die Menge des Theeres eine weit geringere ist als jene des Holzessigs, der Menge nach etwa ein Siebentel des letzteren, so sammelt man den Theer in einem hierfür bestimmten Behälter (R Fig. 41) und verarbeitet dann größere Mengen von Theer in einer Operation.

Die Erfahrung lehrt, daß es zweckmäßig ist, auch den Theer so lange als möglich ruhen zu lassen, indem man an dem durch längere Zeit in besonderen Behältern aufbewahrten Theere die Wahrnehmung macht, daß andauernd eine Scheidung der Producte nach ihren specifischen Gewichten erfolgt. Am Boden des Theerbehälters sammelt sich Theer von sehr zähflüssiger griesiger Beschaffenheit an und ist derselbe von so dicker Consistenz, daß man ihn kaum durch eine Pumpe heraufbefördern kann. Die höheren Schichten der Theermasse zeigen immer dünnere Consistenz, die obersten sind nahezu ölartig und schwimmt auf denselben eine Schichte von Holzessig, welche zeitweilig abgenommen und mit dem aus den Bottichen abgelassenen Holzessig gemeinschaftlich verarbeitet wird.

Die Ausbeute an Producten der trockenen Destillation.

Die aus einem gegebenen Holzquantum zu erzielenden Mengen an Holzessig und Theer hängen von mehreren Factoren ab: von der Art des verarbeiteten Holzes, dem Wassergehalte desselben und endlich von der Art, in welcher die Destillation selbst geleitet wurde. Nachdem diese drei Factoren sehr stark variiren, erscheint es begreiflich, daß auch die Angaben über die Mengen der Destillationsproducte sehr weit von einander abweichen und daß namentlich bezüglich der Quantitäten von Essigsäurehydrat und Holzgeist, welche aus dem rohen Holzessig durch weitere Verarbeitung desselben zu gewinnen sind, bedeutende Schwankungen bezüglich der Ausbeuten beobachtet werden, indem bei unvorsichtiger Arbeit thatsächlich eine große Menge der im Holzessig vorhandenen Essigsäure verloren geht.

Um bei einer Holzgattung ganz genaue Daten bezüglich der Mengen von Holzessig und Theer, welche sie bei fabriksmäßiger Verarbeitung zu liefern im Stande ist, zu erhalten, muß man sich der Mühe unterziehen, die Gesammtmenge des während einer gewissen Zeit verarbeiteten Holzes abzuwägen, den Wassergehalt desselben bestimmen und in einer Probe des bei jeder Destillation sich ergebenden Holzessigs die Menge der Essigsäure und des Holzgeistes ermitteln, endlich auch das Volumen des Holzessigs genau bestimmen. Aus den Ergebnissen einer solchen durch mehrere Monate fortgesetzten Versuchsreihe und der thatsächlich von der Fabrik gelieferten reinen Essigsäure und Holzgeistmengen wäre es möglich, sich zuverlässige Daten über die aus der gegebenen Holzgattung gewinnbaren Mengen von Destillationsproducten zu verschaffen.

Selbstverständlich sind jene Angaben, welche über die Ausbeuten beim Großbetriebe gemacht werden, die werthvollsten für die Praxis und lassen wir nachstehend eine Zusammenstellung solcher Daten folgen:

Holzgattung	nach	Holzessig	Theer	Anmerkung
Eichenholz	Dumas	55·9%	—	
Eichenholz	Smith		50·9	Spec. Gew. d. Holzessigs 1·0275
Eichenholz / Buchenholz		58·4	8·25	„ „ „ „ 1·0270
Eichenholz / Weißbuchen	Gillot	58	5·00	Essigsäurehydrat 7 %
Eichenholz	Aßmuß	42	8·80	„ 4·5%
Birkenholz	Hessel	53·3	2·40	„ 3·0%
Birkenholz	Aßmuß	46	8·00	„ 3·9%
Birkenholz	Rothe	40	2—3	„ 10·0% (aus wasserfreiem Holz)
Kiefernholz	Aßmuß	42	10·5	„ 2·4%
„ (Stamm)	Hessel	30·8	14·7	„ 1·5%
Kiefernholz (Wurzelstock)	Hessel	36·8	16·0	„ 1·7%
Tannenholz	Aßmuß	44·5	9·5	„ 2·3%
Sägespäne	Hargreaves	58·2	5·4	(mit Hallydays Apparat; specifisches Gewicht des Holzessigs 1·050).

Nach Versuchen, welche in kleinerem Maßstabe angestellt wurden, ergaben sich bei den verschiedenen Holzgattungen die nachstehend angegebenen Zahlen, welche insoferne von praktischem Werthe sind, als sie zeigen, welche Ausbeuten überhaupt aus dem Holze zu machen sind und als Fingerzeige für jene Fabrikanten dienen können, welche Ausbeuten machen, die weit hinter den im Kleinen angestellten Versuchen zurückbleiben. Es ergab:

100 Theile Holz von	Holzessig		mit Perc. Essigsäurehydrat		Theer		Kohle	
	nach Stolze	nach Peters	nach Stolze	nach Peters	nach Stolze	nach Peters	nach Stolze	nach Peters
Birke	44·5	48·0	9·9	5·7	8·6	6·0	24·2	21·1
Buche	43·8	46·3	9·8	5·3	9·4	6·2	24·2	23·8
Linde (großblätterig)	42·9	46·2	9·4	6·3	11·7	8·9	22·7	21·8
Traubeneiche	42·9	—	9·0	—	9·4	—	25·8	—
Esche	46·9	46·8	7·9	4·0	8·6	6·4	23·3	23·7
Roßkastanie	—	—	7·4	—	10·2	—	21·9	—
Pappel (italien.)	46·1	—	7·2	—	8·6	—	23·3	—
Silberpappel	46·1	—	7·0	—	7·8	—	23·3	—
Faulbaum	46·1	—	6·7	—	7·8	—	21·9	—
Weide	46·1	43·4	6·3	6·3	9·4	6·2	21·9	23·6
Kreuzdorn	46·9	—	6·1	—	8·6	—	21·9	—
Campêchebaum	44·5	—	6·3	—	9·4	—	12·5	—
Erle	46·1	47·7	5·4	3·9	9·4	5·2	21·9	24·0
Wacholder	45·3	—	5·3	—	10·9	—	22·7	—
Weißtanne	41·4	—	5·3	—	13·3	—	21·1	—
Fichte	42·3	40·6	5·1	2·8	11·7	9·4	21·9	28·3
Sadebaum	43·8	—	4·9	—	11·7	—	22·7	—
Rothtanne	39·8	40·9	4·5	2·4	14·1	11·0	23·3	26·1
Föhre	—	44·9	—	2·7	—	10·1	—	28·0
Lärche	—	42·8	—	2·9	—	9·5	—	22·6
Ahorn	—	42·2	—	5·5	—	6·2	—	26·3
Weißbuche	—	48·3	—	6·1	—	4·9	—	23·9
Eiche	—	47·6	—	5·4	—	6·4	—	24·9

Die Ausbeute an Holzgeist (Methylalkohol) beträgt zwischen 0·5 und 1·0 Percent vom Gewichte des trockenen Holzes. Als Mittelzahlen für die Ausbeute an werthvollen Körpern lassen sich bei hartem Holz, speciell bei Rothbuchenholz, welches in Mitteleuropa wohl am häufigsten der trockenen Destillation unterworfen wird, die folgenden annehmen:

100 Gewichtstheile lufttrockenes hartes Holz liefern
45 „ Holzessig,
4 „ Essigsäurehydrat,
0·5 „ Holzgeist,
6 „ Theer,
22 „ Kohle,
26·5 „ Gase und

Wie die vorangegebenen Zahlenreihen beweisen, ergeben die Nadelhölzer verhältnißmäßig wenig Essigsäure, aber sehr große Mengen an Theer, und ist bei diesen Hölzern angezeigt, aus ihnen, bevor man sie der trockenen Destillation selbst unterwirft, Harz und Terpentinöl zu gewinnen.

Die Verwendung des Holzessigs und des Theeres.

Sowohl der Holzessig als auch der Holztheer sind nur Halbproducte, welche zwar ohne weitere Bearbeitung für manche Zwecke tauglich sind, ihren eigentlichen Werth aber erst erlangen, wenn man aus ihnen gewisse Körper im reinen Zustande abscheidet. Für sich allein ist der rohe Holzessig nur seiner fäulnißwidrigen Eigenschaften wegen zum Imprägniren von Holz gut verwendbar und läßt sich auch der Holztheer, welcher in noch höherem Grade fäulnißwidrig wirkt, in ausgezeichneter Weise zur Conservirung von Holz verwenden.

In Gegenden, in welchen das Holz so geringen Werth besitzt, daß es eigentlich nur auf dem Wege der trockenen Destillation verwerthet werden kann, ist es gewöhnlich auch mit Schwierigkeiten verbunden, den Holzessig auf reine Essigsäure und den Theer auf Kreosot zu verarbeiten; es ist aber möglich, durch sehr einfache Manipulationen aus demselben werthvollere und was hier von besonderer Wichtigkeit ist, leicht transportable Producte darzustellen.

Wenn man den rohen Holzessig einer Destillation unterwirft, so erhält man einerseits rohen Holzgeist, andererseits aber den sogenannten destillirten Holzessig, welcher entweder direct verwerthet oder auf essigsauren Kalk verwerthet werden kann. Wenn es sich darum handelt, zu bestimmen, in welcher Weise die Rohproducte Holzessig und Theer weiter verarbeitet werden sollen, muß man vor Allem auf die

Transportkosten für die Chemikalien Rücksicht nehmen; wenn diese nicht zu hohe sind und Arbeitskraft zu mäßigen Preisen verfügbar ist, erscheint es am zweckmäßigsten, aus den Rohproducten die werthvollsten Endproducte, das ist reine hochpercentige Essigsäure, Holzgeist, eventuell Kreosot darzustellen. Hat man harzreiches Nadelholz zu verarbeiten, so wird selbstverständlich der Gewinnung von Harz und Terpentinöl eine Hauptrolle in der ganzen Fabrikation zukommen.

VII. Das Schweelen der Nadelhölzer.

Jene Operation, welche man mit dem Namen des Schweelens des Holzes bezeichnet, vergl. auch Seite 105 u. ff., ist eine Modification der trockenen Destillation, und bezweckt man mit derselben die Gewinnung des in den Nadelhölzern enthaltenen Terpentinöles und Harzes, bevor man das Holz so weit erhitzt, daß man Holzessig und Theer als Destillat, Kohle als Rückstand erhält. Bei zweckmäßiger Leitung der Arbeit kann man die Operationen des Schweelens und des Destillirens auf trockenem Wege vollständig auseinanderhalten und hierdurch Terpentinöl von tadelloser Beschaffenheit erhalten; in den meisten Fällen wird aber das Schweelen des Holzes in so primitiver Weise ausgeführt, daß man nur Terpentinöl gewinnt, welches durch beigemischte Producte der trockenen Destillation einen unangenehmen brenzlichen Geruch und infolge dessen auch nur geringen Werth besitzt.

In manchen weitab vom Verkehre liegenden Gegenden, z. B. in den Wäldern Rußlands, bildet das durch Schweelen des Holzes und der Wurzelstöcke von Nadelbäumen erhaltene Terpentinöl fast das einzig werthvolle Product, welches man aus dem Holze gewinnt. Das Schweelen geschieht dort in der Weise, daß man das Holz in großen Meilern verkohlt,

welche so eingerichtet sind, daß das infolge der bei der trockenen Destillation ausgeschmolzene Harz gemeinschaftlich mit dem Theere in eine Sammelgrube abfließt.

Zweckmäßiger, wenn auch noch ziemlich einfach, ist die von Hessel angegebene Construction eines Apparates, welcher zur gleichzeitigen Gewinnung von terpentinölhaltigem Theer und Holzessig dient und in Fig. 21, Seite 139, abgebildet ist. Der Siedepunkt des Terpentinöles liegt bei 160° C., somit gerade bei jener Temperatur, bei welcher die Zersetzung des Holzes beginnt; das Terpentinöl hat aber, wie alle sogenannten ätherischen Oele, die Eigenschaft, sich mit Wasserdämpfen bei einer Temperatur zu verflüchtigen, welche weit unter seinem Siedepunkte liegt.

Mit Rücksicht auf diesen Umstand, erscheint es daher am zweckmäßigsten, die Destillation des Holzes in Retorten vorzunehmen, welche ähnlich wie bei dem Hessel'schen Apparate am Boden ein Abflußrohr besitzen und an welchen ein Dampfrohr angebracht ist. Schließt man das Abflußrohr, setzt die Retorte mit einem gewöhnlichen Schlangenkühler in Verbindung und läßt in die Retorte Wasserdampf von 120 bis 130° C. aus einem gewöhnlichen Dampfkessel einströmen, so verflüchtigt sich das Terpentinöl vollständig mit dem Wasserdampfe und strömt aus der Kühlschlange eine milchig getrübte Flüssigkeit ab, welche sich beim Stehen in zwei von einander scharf getrennte Schichten scheidet, deren obere reines, von brenzlichen Producten vollkommen freies Terpentinöl ist, während die untere aus reinem Wasser besteht. Das Ausfließen einer ganz klaren Flüssigkeit, welche blos aus Wasser besteht, zeigt an, daß alles Terpentinöl abdestillirt ist und wird dann der Dampfzufluß abgestellt, das am Boden der Retorte befindliche Rohr aber geöffnet und die Retorte durch freies Feuer erhitzt, nachdem man

sie nunmehr mit einem Gegenstromkühler verbunden hat. Aus dem am Boden der Retorte befindlichen Rohre fließt dann harzreicher Theer ab, indeß aus dem Kühler Anfangs reiner Holzessig, in einem späteren Stadium der Destillation aber auch leichter flüchtige Theerproducte abfließen.

Wenn man auf die eben geschilderte Art arbeitet, braucht man das von dem Wasser abgehobene Terpentinöl nur nochmals auf gewöhnliche Weise zu rectificiren um es vollkommen rein zu erhalten; leitet man die Arbeit aber so, daß man Terpentinöl und Theer gemeinschaftlich auffängt, so muß man den Theer einer umständlichen Behandlung unterziehen, um eine gewisse Mengen von brenzlich riechendem Terpentinöl zu erhalten und kann neben diesen auch noch „Theeröl" erhalten, welches sich zwar als Schmiermittel für Maschinen verwenden läßt, aber in neuerer Zeit fast völlig durch die Schmieröle, welche bei der Raffination von Petroleum gewonnen werden, vom Markte verdrängt wurde.

Die Darstellung von Leuchtgas aus Holz.

Unterwirft man Holz mit der Absicht, aus demselben die höchst erzielbare Ausbeute an Holzessig zu gewinnen, der trockenen Destillation, so erhält man zwar auch sehr große Mengen von Gasen (aus einem Raummeter Holz durchschnittlich 80 Cubikmeter), aber diese Gase bestehen zum größeren Theile aus Kohlensäure und Kohlenoxyd, brennen mit schwach leuchtender Flamme und können höchstens dadurch, daß man sie durch eine Schichte glühender Kohlen leitet und die Kohlensäure infolge dessen in Kohlenoxyd überführt, für Heizzwecke verwendet werden. Erst in späteren Stadien der trockenen Destillation treten Gase auf, welche angezündet, mit stark leuchtender Flamme verbrennen.

Wenn man das Holz hingegen sehr rasch auf hohe Temperaturen erhitzt, so sind die chemischen Vorgänge, welche hierbei vor sich gehen, ganz anderer Art als jene, welche bei der eigentlichen trockenen Destillation verlaufen; der größte Theil der eben entstandenen aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehenden Verbindungen wird sofort wieder zersetzt und bilden sich vorzugsweise Kohlenwasserstoff-Verbindungen, welche theils flüssig, theils gasförmig sind, und erhält man in diesem Falle eine reiche Ausbeute an kohlenstoffreichen Gasen mit großer Leuchtkraft, bedeutende Mengen von Theer, aber nur geringe Mengen von Essigsäure; der ganze Vorgang hat die größte Aehnlichkeit mit jenem, welcher bei der trockenen Destillation von Steinkohlen zum Zwecke der Leuchtgas-Gewinnung stattfindet und liegt der wesentliche Unterschied nur darin, daß in den Destillationsproducten des Holzes fast ganz die Stickstoff-Verbindungen fehlen, welche zu den charakteristischen Bestandtheilen des aus Steinkohlen gewonnenen Theeres und Theerwassers gehören.

Nachdem das Holz sehr große Mengen von Leuchtgas liefert, welches sehr leicht zu reinigen ist, und ausgezeichnete Leuchtkraft besitzt, außerdem gleichzeitig als Nebenproducte Holzkohle, Theer und geringe Mengen von Holzessig gewonnen werden, so ist die Darstellung von Leuchtgas aus Holz in waldreichen Gegenden mit ansehnlichem Gewinn verbunden und verdient dieselbe um so mehr Beachtung als man der Einfachheit der hierbei anzuwendenden Apparate wegen, die Darstellung von Leuchtgas aus Holz ebenso gut in kleinem Maßstabe, z. B. zur Beleuchtung einer Fabrik, als auch in sehr großem Maße, für ganze Städte, ausführen kann. Da es wieder nur die Holzsubstanz ist, welche hier in Frage kommt, kann man zur Leuchtgasbereitung ebenso gut Holzabfälle als Stammholz selbst verwenden; Nadelholz

ergiebt aber, seines Harzgehaltes wegen, Gas von größerer Leuchtkraft als jenes Gas besitzt, welches aus Laubhölzern dargestellt wurde.

Um aus Holz Gas von genügender Leuchtkraft zu erhalten, ist es erforderlich, das Holz sehr rasch auf hohe Temperatur zu erhitzen und muß daher immer scharf getrocknetes (gedarrtes) Holz in kleinen Scheitern in Anwendung gebracht werden. Nachdem der Holztheer, falls die Dämpfe desselben mit stark glühenden Flächen in Berührung kommen, erst die Hauptmenge der leuchtenden Gase liefert, hatte man ursprünglich an die gußeisernen Retorten, in welchen die Zersetzung des Holzes vorgenommen wird, Röhren angefügt, deren Länge bis zu 20 Metern betrug und welche stark glühend erhalten wurden.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß diese complicirte und schwierig gasdicht zu haltende Vorrichtung ganz bei Seite gelassen werden kann, wenn man die zur Destillation verwendeten Retorten nur etwa zu einem Drittel mit Holz füllt und in lebhafter Gluth erhält; der Theer wird in Berührung mit der glühenden Fläche rasch zersetzt.

Nachdem die Gasausbeute, welche man aus Holz erzielt, eine sehr große ist — das Holz liefert etwa $2^1/_2$mal so viel Gas, als Steinkohle — kann man mit einer ganz kleinen Gasfabrik eine große Anzahl von Flammen unterhalten und für eine Ladung von 50 Kilogramm Holz gußeiserne Retorten anwenden, deren Querschnitt die Form eines ⊐ besitzt und deren Dimensionen die folgenden sind: Höhe 30—35 Centimeter, Breite 60—70 Centimeter, Länge 250 Centimeter, Wandstärke 2·5 bis 3 Centimeter. Größere Retorten für 75 Kilogramm Ladung haben 45—50 Centimeter Höhe, 70 bis 80 Centimeter Breite und 250 Centimeter Länge.

Die Retorten müssen sich schon vor dem Eintragen des Holzes in heftiger Rothgluth befinden und ist es daher nothwendig, das Laden derselben so schnell als möglich auszuführen, indem sich gleich bei Beginn der Destillation eine sehr große Menge von Gas entwickelt. Man benützt daher zu diesem Zwecke eine Ladeschaufel, deren Dimensionen jenen der Retorte entsprechen und legt auf diese das zu destillirende Holzquantum. Die Ladeschaufel wird rasch in die Retorte geschoben und eben so rasch unter dem Holze weggezogen, welches durch eine vorgesetzte Krücke in der Retorte zurückgehalten wird, worauf man sofort den Deckel der Retorte gasdicht aufsetzt.

Die zur Destillation einer Ladung erforderliche Zeit beträgt 75—120 Minuten und ist, falls die Retorten genügend angewärmt waren (700—800° C.), schon in 90 Minuten beendet. Infolge dieser raschen Zersetzung des Holzes entsteht in den Retorten ein gewisser Druck, welcher aber in diesem Falle nur von günstiger Wirkung sein kann, indem hierdurch die Theerdämpfe während etwas längerer Zeit mit den heißen Retortenwänden in Berührung bleiben.

Die Kohlen, welche sich als Rückstände der Holzgasdestillation ergeben, sind wegen der hohen Temperatur, die zu ihrer Darstellung angewendet wurde, stark klingend und hart, zerfallen aber sehr leicht in Stücke, indem sie durch die Gasströme, welche sich mit großer Heftigkeit aus der sich zersetzenden Masse Bahn zu brechen suchen, zersprengt werden.

Das rohe Holzgas enthält sehr bedeutende Mengen von Kohlensäure, welche beseitigt werden müssen, indem durch die Gegenwart der Kohlensäure die Leuchtkraft des Gases sehr erheblich vermindert wird. Indem dies nur durch Anwendung von Kalk geschehen kann und auf 1000 Cubikfuß Gas (beiläufig 30 Cubikmeter) 30—35 Kilogramm Kalk erforderlich

sind, so wird hierdurch der Preis des Holzgases sehr bedeutend erhöht und dürfte dies auch die Ursache sein, aus welcher an vielen Orten die Holzgasfabriken wieder aufgelassen wurden; an Orten, an welchen Kalk billig zu beschaffen ist, erscheint aber die Fabrikation von Holzgas immerhin angezeigt. Der Kalk in den Kalkreinigern bindet auch die in dem Condensator nicht verdichtete Essigsäure und das Kreosot. Der ausgenützte Kalk enthält aber nur wenig von letzterem, indem die Verbindung des Kalkes mit den Säuren, aus welchen das Kreosot besteht, durch Kohlensäure zerlegt wird.

Die Ausbeuten an den verschiedenen Stoffen, welche man bei der Fabrikation von Gas aus Holz erzielt, sind die folgenden: 100 Kilogramm Holz ergeben

Gas . . .	$34^1/_3$—40	Cubikmeter	(1200—1400 Cubikfuß)
Holzessig .	0·5 — 0·8	Kilogramm	
Theer . . .	2	"	
Holzkohle .	15 —20	"	

Nachdem die betreffenden Zahlen auch mit Rücksicht auf die schon früher angeführten Resultate, welche sich bei der langsamen Destillation des Holzes ergeben, von Interesse sind, wollen wir hier die Werthe, welche bei der raschen Zersetzung des Holzes an Gas gewonnen wurden, anführen.

Es ergaben 100 Kilogramm Holz in englischen Cubikfuß (35 Cubikfuß = 1 Cubikmeter):

	nach Pettenkofer	nach Reißig		
Weide . . .	1320	1320	18	Kohle
Tanne . . .	1264	—	—	"
Linde . . .	1260	1240—1280	18—22	"
Birke . . .	1240	—	—	"
Eiche . . .	1200	—	—	"
Buche . . .	1180	—	—	"
Fichte . . .	1146	—	—	"
Lärche . . .	1100	—	—	"
Espe . . .	—	1184	19·9	"

Wie nothwendig es ist, das zur Gasbereitung bestimmte Holz scharf zu trocknen, ergiebt sich aus den vergleichenden Versuchen, welche Pettenkofer mit Holz, welches bei 100° C. getrocknet wurde und mit Holz von 8 Percent Wassergehalt, anstellte.

100 Kilogramm ergaben:	Holz bei 100° C. getrocknet	Holz mit 8 Percent Feuchtigkeit
Gasmenge gereinigt . .	1160 Cubikfuß	1114 Cubikfuß
Kohlensäuregehalt des ungereinigten Gases . .	184 „	244 „
Dauer der Destillation .	60 Minuten	75 Minuten
Nahezu Beendigung der Destillation	35 „	50 „

Die Leuchtkraft des Holzgases ist eine größere als jene des Steinkohlengases; während nach Liebig und Steinheil die Leuchtkraft des Steinkohlengases = 10·84 Normalwachskerzen war, betrug jene des Holzgases = 12·92 Normalwachskerzen. Das Holzgas bedarf aber bei gleichen Quantitäten verbrannten Gases weiterer Brenner als das Steinkohlengas, da es specifisch schwerer ist als dieses. Ein sehr wesentlicher Vorzug des Holzgases dem Steinkohlengase gegenüber liegt darin, daß das erstere vollkommen frei von Schwefelverbindungen ist, sonach Metalle und zartgefärbte Stoffe, welche sich in den mit diesem Gas erleuchteten Räumen befinden, nicht angegriffen werden.

Das Rußbrennen oder Rußschweelen.

In Gegenden, welche reich an harzreichen Nadelhölzern sind, besonders in solchen, in denen die Kienföhre häufig vorkommt, und die Destillation des Harzes zum Zwecke der Gewinnung von Terpentinöl vorgenommen wird, ergiebt sich eine Anzahl von Abfällen, welche noch ziemlich harzreich sind

und mit Vortheil zur Gewinnung von Ruß verwendet werden können. Es läßt sich zu diesem Zwecke sowohl das harzreiche Holz der Wurzelstöcke der Kiensöhre — Brände vom Theerschweelen — aber auch mit Vortheil der Theer, welcher sich bei der trockenen Destillation des Holzes ergiebt, benützen.

Der „Ruß", das ist fein vertheilter mit einer geringen Menge von Producten der trockenen Destillation gemischter Kohlenstoff, findet vielfache Anwendung zur Darstellung von schwarzen Anstrichfarben und zur Fabrikation der Buchdruckerschwärze und ist die Darstellung desselben eine ziemlich einträgliche Sache. Bis nun wird aber die Fabrikation des Kienrußes fast überall in so unzweckmäßiger Weise betrieben, daß man aus dem gegebenen Materiale nur eine sehr geringe Ausbeute an Ruß von geringer Qualität erhält.

Wenn ein kohlenstoffreicher Körper bei der geringstmöglichen Temperatur und bei beschränktem Luftzutritte verbrannt wird, so verbrennt neben dem Wasserstoffe nur eine verhältnißmäßig geringe Menge von Kohlenstoff, indeß die Hauptmenge des Kohlenstoffes in feinst vertheilter Form als Ruß von den Flammengasen fortgeführt wird. Läßt man diese Flammengase durch Räume streichen, in welchen sich die in den Gasen schwebende Kohle absetzen kann, so erhält man letztere gemengt mit Producten der trockenen Destillation in Form von Ruß, welcher durch ein nachträgliches Ausglühen von den beigemengten Theerstoffen befreit werden muß, um von rein schwarzer Farbe zu erscheinen.

Die Rußhütten.

Als eine der Grundbedingungen zur Erlangung von Ruß ist daher ein Apparat anzusehen, welcher so eingerichtet ist, daß man in demselben den Luftzug ganz nach Belieben regeln kann, um einerseits dem auf Ruß zu verarbeitenden

Materiale genau nur so viel Luft zuzuführen, daß es eben brennt und andererseits dem Strome der Verbrennungsgase keine zu große Geschwindigkeit zu ertheilen, indem sonst mit den Verbrennungsgasen viel Ruß aus dem Apparate fortgerissen wird. Diese Grundbedingungen zur Erlangung der größtmöglichsten Menge von Ruß werden von den Vorrichtungen, welche man bis nun zu dem sogenannten „Rußbrennen" anwendet, nur in sehr unvollkommener Weise erfüllt, indem die „Rußhütten" nicht so beschaffen sind, daß der Luftzug in denselben so geregelt werden kann, wie es die Verhältnisse erheischen.

Die Einrichtung einer Rußhütte ist folgende: Die auf Kienruß zu verarbeitenden Substanzen werden auf der Sohle eines kleinen Herdes verbrannt, welcher an der Vorderseite eine mit einem Schieber versehene Thür besitzt und mit einem gemauerten Canale von 5 bis 6 Meter Länge und einem Querschnitte von etwa 25 Centimeter zur Seite in Verbindung steht. Dieser Canal mündet in die eigentliche Rußhütte, welche entweder gemauert oder auch nur aus Holz hergestellt ist, und die Größe eines gewöhnlichen Zimmers besitzt. (5 bis 6 Meter zur Länge und Breite, 3 bis $3^1/_2$ Meter zur Höhe.) An Stelle der Decke ist auf dieses Gemach die sogenannte Haube aufgesetzt, welche aus einer Pyramide besteht, deren Höhe gleich der Höhe des Gemaches ist, und welche aus Wollenzeug angefertigt ist. Die Spitze der Haube steht mit einer Schnur in Verbindung, die über eine Rolle läuft und ist es hierdurch möglich, die Haube zusammensinken zu lassen und wieder zu heben.

Man beginnt die Arbeit damit, daß man auf der Herdsohle Brennmateriale anzündet und eine Zeitlang bei unbeschränktem Luftzutritte fortbrennen läßt, um den gemauerten Canal so weit anzuwärmen, daß sich in demselben

kein Ruß in Flocken („Flatterruß"), sondern nur jene glänzend braunschwarzen Massen, welche man als „Glanzruß" bezeichnet, ansetzen können. Das Ansammeln von Flatterruß in dem Rauchcanale wäre mit der Gefahr verbunden, daß sich bei Luftzutritt die Rußmasse sehr leicht entzünden könnte.

Nach einiger Zeit schließt man die Thür des Herdes und regulirt den Luftzug derart, daß die Flamme eine trübrothe Färbung annimmt und stark qualmt. Die mit Ruß beladenen Verbrennungsgase treten in die Rußhütte und setzt sich in derselben an den Wänden und an der Haube Ruß ab, indeß die Verbrennungsgase durch das lockere Zeug, aus welchem die Haube besteht, ihren Weg in's Freie nehmen. Die Haube wird von Zeit zu Zeit gesenkt und wieder empor gezogen, und geschieht dies zu dem Zwecke, den Ruß, welcher sich an der Haube angesetzt hat, abzuschütteln und den Zug der Verbrennungsgase durch das Gewebe hindurch frei zu halten.

Die Rußkammern.

Daß bei Anwendung einer Vorrichtung von der Art der Rußhütten eine Regulirung der Verbrennung und des Luftzuges unmöglich ist, bedarf kaum eines Beweises. Die Ausbeute an Ruß, welche man selbst beim Verbrennen des harzreichsten Kienholzes in einer Rußhütte erhält, ist demnach auch sehr gering. In Figur 42 und Fig. 43 ist die Einrichtung einer von dem Verfasser construirten Rußhütte angegeben, welche die Verarbeitung jedes Brennmateriales (Kienholz, Harzabfälle und Theer) gestattet, eine vollständige Regelung des Luftzuges und demnach auch eine entsprechende Ausbeute an Ruß ermöglicht.

Der Herd, auf welchem das Brennmateriale verbrannt wird, besteht, wenn es sich blos um die Verbrennung von Kienholz handelt, aus einem gewöhnlichen Ziegelgewölbe,

soll derselbe zum Verbrennen von Harz dienen, so setzt man auf die Herdsohle eine flache Eisenpfanne S, welche dem geschmolzenen Harze als Behälter dient; will man Theer verbrennen, so muß neben dem Herde, in welchem die erwähnte Eisenpfanne angebracht ist, noch ein besonderer Ofen vorhanden sein, welcher zur Erwärmung des in einem Kessel befindlichen Theeres dient; ein durch einen Hahn sperrbares Rohr führt den heißen Theer in den Rußherd, auf welchem der aus dem Rohre tropfende Theer verbrennt. Der Holztheer verbrennt nämlich nur dann in genügender Weise, wenn er auf eine gewisse Temperatur erwärmt ist.

Fig. 42.

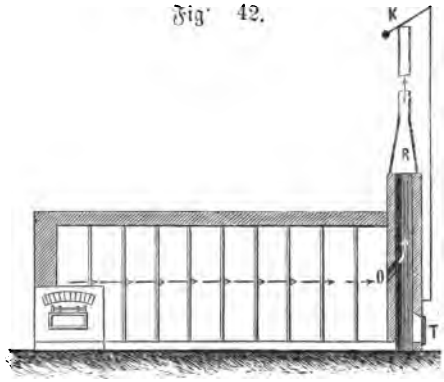
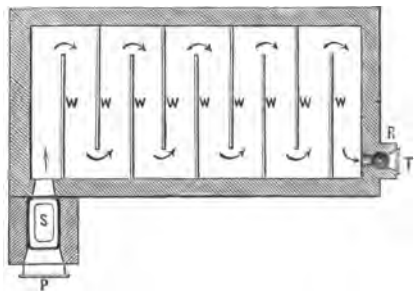


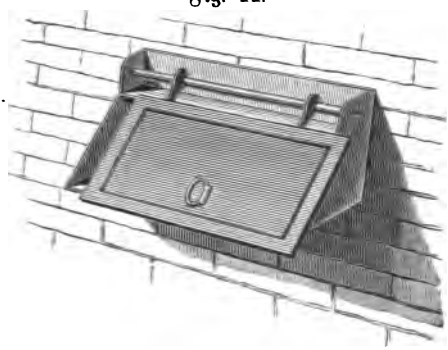
Fig. 43.



Die Thüre P des Heizraumes besteht aus einer Eisenplatte, Fig. 44, welche sich in horizontaler Richtung verschieben läßt und auf einem gußeisernen Hals in schiefer Stellung aufliegt. Durch Verschieben dieser Platte wird zwischen ihr und dem Halse eine Oeffnung von beliebiger Breite geschaffen und ist hierdurch eine ganz genaue Regelung

der Luftmenge, welche in den Herd gelangen soll, möglich gemacht. An der Rückseite des Herdes befindet sich eine Oeffnung, die mit einem kurzen schiefaufsteigenden Canale in Verbindung steht, welcher in die Rußhütte mündet. Diese besteht aus einem gemauerten Gemache, welches 5 Meter breit und 10 Meter oder mehr lang und 3 Meter hoch ist, und dessen Fußboden aus Cement angefertigt sein soll, indeß die verticalen Wände blos aus mit gewöhnlichem Mörtel rauh verputztem Mauerwerk bestehen und die Decke aus Holz angefertigt ist.

Fig. 44.



Durch verticale Querwände W welche aus ungehobelten rauhen Brettern zusammengesetzt sind, eine Länge von vier Metern haben und von einander ein Meter abstehen, wird die Rußkammer in Abtheilungen zerlegt; es sind die Verbrennungsproducte, welche aus dem Herde in die Kammer gelangen, hierdurch gezwungen, einen langen Weg zurückzulegen und können auf diesem Wege den in ihnen schwebenden Ruß an den rauhen Flächen der Wände ablagern. Aus der letzten Abtheilung führt eine Oeffnung in einen Schornstein R von etwa zwölf Meter Höhe, der unten eine kleine dicht schließende Thür T aus Eisen und oben eine genau zu regulirende Klappe K besitzt, welche mittelst einer Schnur gehoben oder gesenkt werden kann.

Will man diese Rußhütte in Gang setzen, so bringt man das zu verarbeitende Materiale in größerer Menge auf die Herdsohle und trägt durch die Thür des Schornsteines in den letzteren trockenes Stroh ein, setzt dieses in Brand, schließt die Thür des Schornsteines und entzündet auch gleichzeitig das Rußmateriale. Durch das Verbrennen des Strohes entsteht in dem Schornsteine ein lebhafter Luftzug in der ganzen Rußkammer und nehmen die Feuergase ihren Weg zwischen den Scheidewänden nach dem Schornsteine. Sobald aus demselben oben dichter Qualm hervordringt, stellt man die Platte des Schiebers (Fig. 44) so, daß der aus dem Schornstein entweichende Rauch so schwach als möglich wird und die Flamme auf dem Herde trübroth erscheint; gleichzeitig regulirt man die Klappe auf dem Schornsteine in entsprechender Weise.

Ist der Apparat einmal im Garg, so kann man denselben sich selbst überlassen und braucht nur dafür Sorge zu tragen, daß auf dem Herde genügend Brennmateriale vorhanden ist. Will man die Operation unterbrechen, so schließt man die Platte der Heizthüre und nach ihr die Klappe auf dem Schornstein. Nach einer halben Stunde werden beide wieder geöffnet, um durch den so neuerdings hergestellten Luftzug alle noch in der Rußkammer befindlichen Verbrennungsgase zu entfernen. Der in der Rußkammer an den Wänden und dem Boden angesammelte Ruß wird mit einem weichen langhaarigen Besen abgestreift und gesammelt, worauf man sogleich wieder mit dem Rußbrennen beginnen kann.

Der in den Rußhütten gesammelte Ruß ist von braunschwarzer Farbe und giebt, wenn man ihn auf Papier streicht, einen glänzenden Streifen; er besteht zwar der Hauptmasse nach aus Kohlenstoff, welchem aber immer eine gewisse Menge von ölartigen Producten der trockenen Destillation beigemengt

ist. Um ihn von den letzteren zu befreien, muß man den Ruß ausglühen. Die Kienrußbrenner thun dies in der Weise, daß sie ein mit Ruß gefülltes Faß in die Erde graben, mit einer runden Stange in die Mitte der Rußmasse einen cylindrischen Schacht bohren und in diesen einen Ballen Werg werfen, welcher mit Terpentinöl getränkt und angezündet wurde. Nachdem der Deckel lose auf das Faß gelegt wurde, überläßt man dieses durch mehrere Tage sich selbst und verbrennen die Theerproducte zum Theile, zum Theile verflüchtigen sie sich. Bei diesem rohen Verfahren geht aber auch eine sehr große Menge von Ruß durch Verbrennen verloren und beträgt die Gewichtsverminderung der Masse bisweilen 25 Percent.

Das allein zweckmäßige Verfahren, den Ruß auszuglühen, besteht darin, denselben in eiserne an einem Ende geschlossene Röhren zu füllen, diese durch Deckel, in deren Mittel ein kleines Loch angebracht ist, zu schließen und in einem Ofen in der Weise auszuglühen, daß zuerst das geschlossene Ende des Rohres erhitzt wird und das Glühen allmählich gegen den Deckel hin fortschreitet. Die Producte der trockenen Destillation verflüchtigen sich hierbei vollständig und bleibt der Ruß mit tiefschwarzer Farbe zurück.

VIII. Die Verarbeitung des Holzessigs.

In dem Zustande, in welchem man den Holzessig aus dem Holze gewinnt, bildet derselbe eine Flüssigkeit, die nur eine beschränkte Verwerthung zuläßt; man kann nämlich den rohen Holzessig, ohne ihn einer weiteren Behandlung zu unterwerfen, nur zur Imprägnirung von Holz oder zur Fabrikation des sogenannten essigsauren Eisens verwenden, indem ein Theil der Theerproducte dem rohen Holzessig

einen so durchdringenden „empyreumatischen" Geruch verleiht, daß hierdurch jedwede Verwerthung desselben für andere Zwecke unmöglich erscheint. Es ist auch nicht möglich, den Holzessig durch Destillation von diesen Theerproducten zu befreien; durch oftmalige Rectification erhält man zwar schließlich eine an der Luft fast farblos bleibende hochconcentrirte Essigsäure, welcher aber der brenzliche oder Rauchgeruch immer noch so stark anhaftet, daß die Essigsäure für Speisezwecke nicht verwendet werden kann.

Es ist nunmehr gelungen, die Essigsäure aus dem Holzessig in vollkommen reinem Zustande abzuscheiden und beruht hierauf nicht nur die Darstellung der verschiedenen Acetate (oder essigsauren Salze) auf fabriksmäßigem Wege, sondern, was eigentlich noch wichtiger ist, die Bereitung absolut reiner, für Speisezwecke verwendbarer Essigsäure. Was letztere Verwendung anlangt, kann mit Sicherheit behauptet werden, daß in nicht ferner Zeit kein anderer Essig mehr im Handel vorkommen wird, als solcher, welcher aus Holz bereitet wurde, indem die aus Alkohol oder Wein gewonnene Essigsäure im Preise ungleich höher steht.

In welcher Weise auch der Holzessig verwendet werden soll, immer muß besonderes Gewicht darauf gelegt werden, denselben so viel nur möglich von dem Theere zu trennen. Schöpft man Holzessig, welcher soeben gewonnen wurde, aus der Kufe, so erscheint er als eine trübe rothbraune Flüssigkeit; läßt man dieselbe in einem hohen Gefäße ruhig stehen, so scheidet sich am Boden des letzteren eine ziemlich starke Theerschichte ab, über welcher der nunmehr völlig klare Holzessig lagert; bisweilen schwimmt auch eine dünne ölartige Schichte leichter Theerproducte auf dem Holzessige. Nachdem die Gegenwart der Theerproducte bei der Verarbeitung des Holzessigs in vielfacher Beziehung störend wirkt, muß man dafür

Sorge tragen, Holzessig und Theer schon auf mechanischem Wege so viel wie möglich von einander zu trennen und geschieht dies dadurch, daß man die Destillationsproducte durch mehrere Tage — je länger je besser — in den Kufen stehen läßt.

Es ist vorgeschlagen worden, den Holzessig durch Einlegen einer Dampfschlange in die Kufen zu erwärmen, und hierdurch die vollkommenere Scheidung von Holzessig und Theer zu bewirken, allein — abgesehen von der Kostspieligkeit der Anlage (die Dampfschlange müßte aus Kupfer gefertigt sein — wirkt diese Behandlung weniger günstig, als das längere Ruhen der Flüssigkeit, und kann überdies durch ein etwas zu starkes Erwärmen ein Theil des leichtflüchtigen Holzgeistes zur Verdampfung gebracht werden.

Es giebt mehrere Wege, nach welchen sich aus dem rohen Holzessig concentrirte Essigsäure gewinnen läßt und hängt es von der Bestimmung ab, welcher diese Essigsäure zugeführt werden soll, welcher Weg der empfehlenswertheste ist. Wenn die Essigsäure zur Darstellung von Acetaten verwendet werden soll, bei welchen das Vorhandenseins eines schwachen empyreumatischen Geruches nicht störend wirkt, ist es am zweckmäßigsten, aus dem rohen Holzessig den sogenannten destillirten Holzessig zu bereiten und diesen auf Acetate zu verarbeiten, und kann man auf diese Weise z. B. rohen Bleiessig darstellen.

Wollte man den destillirten Holzessig unmittelbar zur Bereitung der verschiedenen Acetate benützen, so erhielte man Salze, welche sich an der Luft infolge der Oxydation der Theerproducte braun färben würden; man benützt aber das Verhalten mancher essigsauren Salze in der Wärme, um aus ihnen chemischreine Essigsäure zu gewinnen. Während nämlich fast alle Salze der organischen Säuren schon bei einer

verhältnißmäßig geringen Temperatur zersetzt werden, kann man einige Salze der Essigsäure bis nahe zu einer Temperatur von 400° C. erhitzen, ohne daß sie sich hierbei zersetzen; wohl aber werden bei dieser Temperatur alle dem Salze anhaftenden Theerproducte vollkommen verflüchtigt oder zerstört, so daß man durch Umkrystallisiren der erhitzten Masse Salze erhält, welche frei von allen empyreumatischen Körpern sind, und aus welchen sich chemischreine Essigsäure gewinnen läßt.

Der destillirte Holzessig.

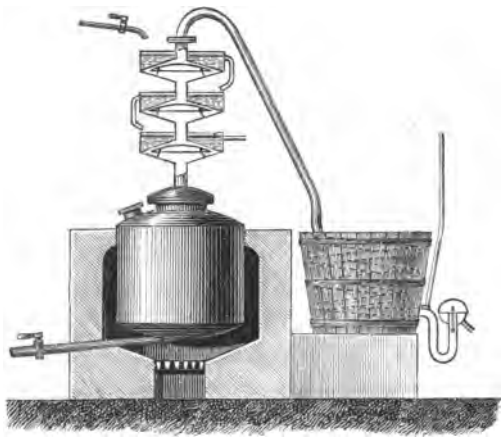
Zu welchem Zwecke auch der rohe Holzessig verwendet werden soll, ist es immer erforderlich, denselben bis zum Sieden zu erhitzen, indem zuvörderst das Gemische jener brennbaren Körper, welche man als „rohen Holzgeist" bezeichnet, abgeschieden werden muß; dieses Gemische besteht aus Holzgeist (Methylalkohol) aus Methylacetat (essigsaurem Methyloxyd) und Aceton, welchem überdies noch Wasser und eine gewisse Menge von freier Essigsäure beigemengt ist.

Man nimmt die Destillation in großen kupfernen Destillirblasen vor, welche unmittelbar über dem Boden ein Abzugsrohr besitzen, mit einem Rectificirapparat und einer Kühlschlange verbunden sind. Als Rectificirapparat wendet man die sog. Pistorius'schen Becken an, deren Einrichtung aus Fig. 45 ersichtlich wird. Die auf der Destillirblase, welche durch das oben angebrachte Rohr mit Holzessig gefüllt wird, aufsteigenden Dämpfe gelangen in die Rectificirbecken, welche aus zwei mit der Basis aneinander stoßenden flachen Kegeln bestehen, und müssen über die gebogene Metallplatte streichen, um in das nächst höhere Becken zu gelangen. Der obere Kegel des Beckens ist aber mit einem Rande versehen und fließt in das so gebildete Gefäß beständig kaltes Wasser,

welches die in dem Becken befindlichen Dämpfe so stark abkühlt, daß die bei höherer Temperatur siedenden Körper (Essigsäure und Wasser) zum größten Theile verdichtet werden und wieder in die Destillirblase zurückfallen, indeß die flüchtigeren durch alle drei Becken in Dampfform streichen und erst in der Kühlschlange verdichtet werden.

Man regelt den Zufluß des Kühlwassers auf das oberste der Becken in der Weise, daß die in das Kühlrohr über-

Fig. 45.



tretenden Dämpfe etwa 70° C. besitzen und destillirt nun so lange fort, bis das Aräometer am unteren Ende der Kühlschlange, welches am Beginn der Operation etwa bis zur Marke 0·900 einsinkt, bis auf 1·000 gestiegen ist, und wechselt dann die Vorlage, indem nunmehr aller Holzgeist überdestillirt ist. Das vom unteren Ende der Kühlschlange aufsteigende Rohr dient dazu, die Gase, welche sich aus der Flüssigkeit beim Erwärmen entwickeln, entweichen zu lassen.

Sobald das Aräometer das specifische Gewicht 1·000 anzeigt, stellt man den Zufluß des Kühlwassers auf die Pistorius'schen Becken ab und destillirt nunmehr so lange fort, als noch wässerige Flüssigkeit übergeht, unterbricht aber die Destillation, wenn ölartige Tropfen von Theerproducten erscheinen; es ist dann alle Essigsäure übergegangen und wird der in der Retorte hinterbleibende Theer durch das am Boden der Blase befindliche Rohr abgelassen.

Der frisch bereitete destillirte Holzessig ist eine farblose, stark sauer und empyreumatisch zugleich riechende Flüssigkeit, welche sich aber an der Luft infolge der Oxydation der empyreumatischen Körper stark bräunt. So viele Mittel auch angegeben wurden, den destillirten Holzessig von dem empyreumatischen Geschmack und Geruch zu befreien, erfüllt doch nicht eines derselben seinen Zweck in solcher Weise, daß es möglich wäre, den Essig zu Speisezwecken zu verwenden. Der sicherste Beweis für die Unbrauchbarkeit dieser Methoden liegt schon darin, daß sich keine derselben in der Praxis einbürgern konnte, obwohl durch directe Umwandlung des destillirten Essigs in Speiseessig der letztere zu sehr billigen Preisen dargestellt werden könnte.

Wenn es sich um die Verwendung des Essigs für technische Zwecke handelt, z. B. zur Darstellung von Bleizucker und Bleiweiß, essigsaure Thonerde, Kupferacetat, Anilin u. s. w., so kann man hierfür unmittelbar den destillirten Essig verwenden und gebraucht in jenen Fällen, in welchen man ein reineres Präparat zu erhalten wünscht, die Vorsicht, die Vorlage an dem Apparate, in welchem der rohe Holzessig destillirt wird, zu wechseln, wenn beiläufig 80 bis 85 Percent der ganzen überhaupt zu gewinnenden Essigmenge übergegangen sind, indem erfahrungsmäßig die

letzten Antheile des destillirten Essigs weit reicher an empyreumatischen Stoffen sind, als die anfangs übergehenden.

Beabsichtigt man die Darstellung von destillirtem Essig nicht, so unterbricht man die Destillation des rohen Holzessigs, sobald das Aräometer bis 1·000 gestiegen ist und läßt den von Holzgeist befreiten Holzessig in eine Kufe abfließen, in welcher die Neutralisation mit einer jener Basen stattfindet, deren essigsaure Salze zur Darstellung reiner Essigsäure verwendbar sind.

Es ist eine große Anzahl von Versuchen gemacht worden, dem destillirten Holzessig die empyreumatischen Stoffe zu entziehen oder dieselben zu zerstören, doch war keiner dieser Versuche von einem für die Praxis brauchbaren Ergebnisse begleitet. Durch Digeriren mit frisch geglühter Holzkohle oder Spodium, lang andauerndes Erwärmen mit Braunstein oder Oxydationsmitteln, erhält man nach dem Abdestilliren zwar eine Säure, welche etwas reiner ist, als der gewöhnlich destillirte Holzessig, trotzdem aber nicht zur Darstellung reiner Präparate, noch weniger aber als Speiseessig verwendbar ist.

Eine Methode, die ein etwas reineres Product giebt, ist das Terreil'sche Verfahren, welches in der Weise ausgeführt wird, daß man den rohen Holzessig mit $^1/_{20}$ bis $^1/_{10}$ seines Volumens an concentrirter Schwefelsäure versetzt, und die Flüssigkeit durch 24 Stunden ruhen läßt; es scheiden sich hierdurch bedeutende Mengen von Theer ab, und ergiebt sich nach dem Abdestilliren eine nur wenig nachdunkelnde Säure. In der Praxis ist dieses Verfahren kaum anwendbar, indem die metallenen Destillirgefäße von der Flüssigkeit, welche so bedeutende Mengen von Schwefelsäure enthält, sehr stark angegriffen werden, ein Uebelstand, welchem man zwar durch Anwendung von Gefäßen aus Steinzeug abhelfen

könnte, was aber wieder mit Rücksicht auf die großen Mengen des zu verarbeitenden Holzessigs mit sehr bedeutenden Schwierigkeiten verbunden ist.

Der frisch destillirte Holzessig ist Anfangs farblos, wird aber in Berührung mit Luft immer dunkler und vermindert sich hierbei auch der empyreumatische Geruch, indem die Stoffe, welche Ursache des letzteren sind, durch Oxydation in nicht riechende übergeführt werden. Dieses Verhalten des Holzessigs hat Rothe dazu veranlaßt, den Holzessig durch Zusammenbringen mit sehr viel Luft sehr arm an Empyreuma zu machen. Er läßt zu diesem Behufe den destillirten Holzessig in Form eines feinen Regens auf eine 8 Meter hohe und 40 Centimeter im Durchmesser haltende Säule kleiner Coaksstücke fallen, welche sich in einem innen stark verzinnten Rohre befindet. Am unteren Ende dieser Säule strömt ein Luftstrom von 40 Grad Wärme in das Rohr, somit dem Strome des Essigs entgegen. Infolge der eintretenden Oxydation der Theerstoffe steigt die Temperatur in der Coaksäule auf 50 bis 60° C. und fließt unten ein nur schwach empyreumatisch riechender Essig ab, der durch Filtration über Knochenkohle auch von diesem Geruche befreit werden kann, und dann angeblich als Tafelessig verwendbar sein soll.

Nach besonderen Versuchen, welche wir über die Brauchbarkeit des eben beschriebenen Verfahrens angestellt haben, ist dasselbe für die Praxis nicht besonders zu empfehlen, indem durch die harzartigen Oxydationsproducte auf den Coaksstücken sehr bald Ablagerungen entstehen, welche den freien Durchgang des Flüssigkeitsstrahles und der Luft hemmen, so daß eine oftmalige Erneuerung der Coaksbeschickung nothwendig wird. Ueberdies ist zu bemerken, daß auch ein Theil der Oxydationsproducte in dem Essige selbst gelöst bleibt und derselbe schon aus diesem Grunde allein nicht als

Speiſeeſſig verwendbar wäre, indem ſich faſt mit Beſtimmtheit ſagen läßt, daß dieſe Körper geſundheitsſchädlich ſind.

Der einzige Weg zum Ziel: aus dem Holzeſſig vollkommen reine Eſſigſäure darzuſtellen, beſteht darin, die Eſſigſäure an ſehr ſtarke Baſen zu binden, die ſich ergebenden Salze ſo ſtark zu erhitzen, daß alle Theerſtoffe verflüchtigt oder zerſetzt werden und aus den ſo gereinigten Salzen durch Deſtillation mit ſtarken Säuren Eſſigſäure abzuſcheiden. Nach dieſem Verfahren kann man ſchließlich kryſtalliſirte Eſſigſäure, ſomit das chemiſch reine Präparat darſtellen.

Die Gewinnung reiner Eſſigſäure aus dem Holzeſſige.

Die baſiſchen Körper, deren man ſich in der Praxis bedient, um die im Holzeſſig enthaltenen Säuren zu binden, ſind, je nach dem Ziele, das man vor Augen hat, entweder Kalk oder Natron; erſterer wird angewendet, wenn man eine für alle techniſchen Zwecke taugliche Eſſigſäure darſtellen will, letzteres, wenn es ſich darum handelt, abſolut reine, für Speiſezwecke brauchbare Eſſigſäure zu erhalten. In manchen Fabriken, die nicht mit den Apparaten verſehen ſind, welche man zur Gewinnung von reiner Eſſigſäure benöthigt, begnügt man ſich auch damit, von dem Holzeſſig den rohen Holzgeiſt abzudeſtilliren und aus dem Rückſtande in der Deſtillirblaſe rohes Calciumacetat (eſſigſauren Kalk, Rothſalz) darzuſtellen, und dieſe beiden Rohproducte an chemiſche Fabriken abzugeben — ein Verfahren, welches namentlich dort mit Vortheil angewendet wird, wo die Transportkoſten für die Chemikalien hohe ſind; das Gewicht des rohen Holzgeiſtes und jenes des rohen eſſigſauren Kalkes dürfte (Verpackung eingerechnet) kaum 10 Percent vom Gewichte des angewendeten Holzes ausmachen.

Nachdem das Calcium = respective Natriumacetat die technisch wichtigsten Salze der Essigsäure und, wie erwähnt, die Ausgangspunkte zur Darstellung der Säure selbst sind, wollen wir die Herstellung derselben etwas ausführlicher beschreiben.

Die Darstellung von Calciumacetat oder essigsaurem Kalk.

Man verwendet gewöhnlich zur Neutralisation des rohen (durch Destillation vom Holzgeist befreiten) Holzessigs gebrannten und gelöschten Kalk, kann aber, da die Essigsäure eine starke Säure ist und mit Leichtigkeit Kohlensäure aus Salzen zu verdrängen vermag, unmittelbar Kalkstein, d. i. kohlensauren Kalk, zu diesem Zwecke verwenden; der Kalkstein muß aber dann ziemlich rein, namentlich arm an organischer Substanz sein, und muß man das Neutralisiren in großen Gefäßen vornehmen, indem die Lösung des Calciumacetates durch die entweichende Kohlensäure sehr stark schäumt — ein Uebelstand, welcher bei Anwendung von gebranntem Kalk wegfällt.

Die neutralisirte Flüssigkeit soll mehrere Tage ruhig stehen, indem sich aus der Lösung des Calciumacetates, welche specifisch schwerer ist als der Holzessig, eine bedeutende Menge von Theer an der Oberfläche der Flüssigkeit abscheidet und abgeschöpft werden kann. Es ist von Wichtigkeit, den Holzessig *eben nur* mit Kalk zu neutralisiren und nicht Kalk im *Ueberschusse* anzuwenden, indem dann auch schon ein Theil der saueren Theerproducte in die Theerschichte, welche sich auf der Flüssigkeit ansammelt, übergeht und mit dieser von der Lösung des Calciumacetates getrennt werden kann. Nachdem Letzteres geschehen ist, fügt man der Lösung $1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Volumpercent an roher Salzsäure zu, mischt beide

Flüssigkeiten tüchtig durch und läßt abermals abruhen; es bildet sich dann eine Ausscheidung, welche hauptsächlich aus jenen Stoffen besteht, die im Kreosot vorkommen; man sammelt diese Masse für sich und verarbeitet sie seinerzeit auf Kreosot.

Die klare Lösung des Calciumacetates wird in flachen Eisenpfannen eingedampft, welche man am zweckmäßigsten durch die von den Holzdestillationsöfen abziehenden Feuergase beheizt. Um diese Pfannen nicht sehr groß anfertigen zu müssen, läßt man nach Maßgabe des Verdampfens von Wasser Lösung zufließen und schöpft die Theerproducte, welche sich während des Abdampfens in Form von pechartigen Massen abscheiden, sorgfältig ab. Das Eindampfen wird so lange fortgesetzt, bis das specifische Gewicht der heißen Flüssigkeit = 1·116 oder 15° B. geworden ist; man hat dann eine kochend heiße, höchst concentrirte Lösung des Salzes vor sich, welche bei weiterem Eindampfen Krusten des Salzes ausscheidet.

Man hebt diese Salzkrusten von der Flüssigkeit ab und trocknet sie in kleineren Pfannen unter beständigem Umrühren ganz aus. Hat man Maschinenkraft zur Verfügung, so kann man das Eindampfen und Austrocknen in einem Gefäße vornehmen und benützt in diesem Falle kreisrunde Pfannen, in welchen sich ein Rührwerk ununterbrochen bewegt. Wenn man, wie angegeben, zur Beheizung der Eindampfpfannen die Feuergase benützt, welche von den Retortenöfen abziehen, so ist keine Zersetzung des essigsauren Kalkes durch Ueberhitzung der Salzmasse zu befürchten, indem man durch einfaches Umstellen eines Schiebers den Feuergasen sofort einen anderen Weg anweisen kann. Das Auftreten des charakteristischen Geruches nach Aceton wäre das Kennzeichen für die Ueberhitzung der Masse beim Austrocknen, der essigsaure

Kalk zerlegt sich nämlich bei einer Temperatur von 230 bis 250° C. unter Entwickelung von Aceton und Hinterlassung von kohlensaurem Kalk.

Es ist am zweckmäßigsten, die Lösung des essigsauren Kalkes nur bis zur Gewinnung einer teigartigen Masse, welche sich mit der Schaufel ausheben läßt, einzudampfen, das gänzliche Austrocknen dieser Masse aber auf Eisenplatten vorzunehmen, welche die Sohle flacher Gewölbe bilden und durch die von den Retorten abziehenden Feuergase erwärmt werden. Man regulirt in diesem Falle die Temperatur in den Gewölben derart, daß sie 140° C. nicht überschreitet, setzt aber das rohe Salz durch mehrere Stunden der Einwirkung dieses Wärmegrades aus, indem durch das langandauernde Erwärmen auf eine geringere Temperatur viel mehr Theerstoffe zerstört und verflüchtigt werden, als durch kurzandauerndes starkes Erhitzen, welches überdies noch von der Gefahr der Zersetzung eines Theiles des essigsauren Kalkes begleitet ist.

Der so erhaltene rohe essigsaure Kalk bildet eine graue geruchlose Masse, die etwa zu 75 Percent aus Calciumacetat besteht und welche einen Handelsartikel bildet. Durch Wiederauflösen des rohen Salzes, Filtriren durch Knochenkohle, Eindampfen bis zum specifischen Gewichte 1·16 und Krystallisirenlassen, kann man das Salz in Form kleiner farbloser Krystallnadeln erhalten; dieses gereinigte Präparat findet aber in der Praxis keine Anwendung.

Der rohe essigsaure Kalk, wie man ihn nach dem eben beschriebenen Verfahren gewinnt, enthält neben essigsaurem Kalk auch noch buttersauren und propionsauren Kalk nebst gewissen empyreumatischen Körpern, und findet sich in der aus ihm dargestellten Essigsäure auch Buttersäure, Propionsäure ꝛc.; diese Essigsäure kann daher nicht für Speisezwecke verwendet

werden, ist aber für die meisten technischen Zwecke verwendbar. Ein großer Theil des essigsauren Kalkes wird aber directe als solcher in der Zeugdruckerei und Färberei als sogenanntes „Rothsalz" verbraucht.

Die Darstellung von Natriumacetat oder essigsaurem Natron.

Zur Gewinnung von ganz empyreumafreier Essigsäure kann nur das Natriumsalz verwendet werden und wird letzteres in völlig reinem Zustande nach mehreren Verfahren gewonnen, welche aber erst in einem gewissen Stadium der Operation von einander abweichen; den Anfang der Arbeit macht immer die Neutralisation des (von Holzgeist befreiten) Holzessigs mit Soda. Am zweckmäßigsten ist es, die Neutralisation des Holzessigs mittelst calcinirter Soda vorzunehmen, indem die krystallisirte Soda infolge ihres Gehaltes an Krystallwasser große Transportspesen verursacht.

Die Neutralisation wird in der Weise ausgeführt, daß man die Soda partienweise in den vom Abdestilliren des Holzgeistes noch heißen Holzessig einträgt, indem sonst durch die Entwickelung großer Mengen von Kohlensäure die Flüssigkeit selbst in sehr geräumigen Gefäßen übersteigen würde. Man fügt so viel Soda zum Holzessig, daß die Flüssigkeit einen sehr geringen Ueberschuß an kohlensaurem Natron enthält, u. zw. geschieht dies aus dem Grunde, weil das Natriumacetat aus einer schwach alkalischen Flüssigkeit leichter krystallisirt, als aus einer völlig neutralen.

Nach dem Zufügen der Soda läßt man die Flüssigkeit zum Zwecke der Abscheidung der Theerstoffe einen Tag lang ruhen, und dampft sie dann in flachen Pfannen ein. Um ununterbrochen fortarbeiten zu können, verwendet man am besten zwei Pfannen, von denen abwechselnd eine im

Gebrauche steht und welche entweder durch die Feuergase von den Retortenöfen, durch die brennbaren Gase, welche sich aus den Retorten entwickeln oder auch durch freies Feuer beheizt werden können.

Das Eindampfen wird so lange fortgesetzt, bis das Aräometer in die heiße Flüssigkeit eingesenkt, das specifische Gewicht 1·23 (27° B.) anzeigt, worauf man die Flüssigkeit in die Krystallirgefäße bringt. In letzteren bleibt, nachdem sich die Krystalle von rohem essigsauren Natron abgeschieden haben, eine gewisse Menge Flüssigkeit, sogenannte „Mutterlauge", welche wieder in die Eindampfpfanne zurückgebracht wird.

Die Mutterlauge ist eine bei gewöhnlicher Temperatur gesättigte Lösung von essigsaurem Natron, welcher aber auch die Hauptmasse des in dem ursprünglich angewendeten Holzessige enthaltenen buttersauren und propionsauren Natrons beigemengt ist. Nachdem diese Mutterlaugen fort und fort in die Pfanne zurückgelangen, häuft sich endlich die Menge des buttersauren und propionsauren Natrons in der Flüssigkeit dermaßen, daß beim Abkühlen der bis zum specifischen Gewichte von 1·23 eingedampften Flüssigkeit nicht mehr eine körnige Krystallmasse, sondern ein weicher Brei abgeschieden wird. Man muß in diesem Falle die in der Pfanne befindliche Flüssigkeit ganz beseitigen und nach dem unten zu beschreibenden Verfahren weiter behandeln.

Es ist wegen der Reinigung der Roh-Krystalle von großer Wichtigkeit, die eingedampfte Flüssigkeit sehr rasch abzukühlen, um nur kleine Krystalle zu erhalten, welche wenig Mutterlauge zurückhalten. Man wendet zu diesem Behufe Krystallisirgefäße aus Blech an, und giebt denselben, um das Entleeren zu erleichtern, schwach nach außen geneigte Seitenwände (Fig. 46). Nachdem der Inhalt der Krystallisirgefäße auf gewöhnliche Temperatur abgekühlt ist, erscheint er als

dunkelfarbiger Krystallbrei, der die Gesammtmenge der Mutterlauge in sich schließt.

Um die Krystalle von der Mutterlauge so vollständig als möglich zu trennen, kann man zwei Wege einschlagen: das Abtropfen und Auswaschen oder das Centrifugiren. Nach dem ersten Verfahren stellt man die Krystallisirgefäße schief, ein großer Theil der Mutterlauge fließt hierdurch ab und wird wieder nach der Eindampfpfanne zurück gegossen; die Krystallmasse wird in einen Bottich gebracht, in dem ein sogenannter falscher Boden liegt, unter welchem sich ein Abzugrohr befindet. Wenn der Bottich ganz mit der Krystallmasse gefüllt ist, gießt man Wasser auf letztere; das Wasser löst eine gewisse Menge von Natriumacetat auf und verdrängt diese nach unten sinkende Lösung die Mutterlauge zum größten Theile aus der Flüssigkeit, so daß ein ziemlich hellbraun gefärbtes Salz zurück bleibt.

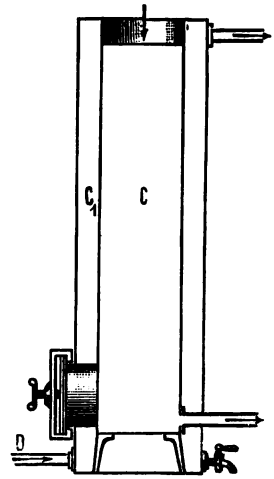
Fig. 46.

Nachdem aber die Durchführung dieses Verfahrens eine geraume Zeit in Anspruch nimmt und das Salz im nassen Zustande hinterbleibt, ist es weit mehr zu empfehlen, das Rohsalz durch Ausschleudern in einer Centrifuge von der Mutterlauge zu befreien, was sehr vollständig geschehen kann und hinterbleibt dann das Salz als völlig trockene Masse. Dieselbe ergiebt bei der Destillation mit Schwefelsäure eine allerdings noch empyreumatische Säure, welche jedoch für viele Fabrikszwecke unmittelbar anwendbar ist.

Will man reines Natriumacetat darstellen, so muß man sich der Knochenkohle bedienen, um die färbenden und riechenden Stoffe zu beseitigen. Zu diesem Behufe wird in

kochendes Wasser so lange Rohsalz eingetragen, bis man eine Lösung von 15° B. erhält und wird diese noch in kochendem Zustande durch Knochenkohle filtrirt, welche in einem heizbaren Filter liegt. Das Filter (Fig. 47) besteht aus einem drei bis vier Meter hohen Eisencylinder C. der von einem etwas größeren Eisencylinder C_1 umschlossen ist; der innere Cylinder ist mit gekörntem Spodium gefüllt, in dem Raume zwischen beiden Cylindern circulirt Dampf. Um ein Filter nicht in zu kurzer Zeit mit frischem Spodium beschicken zu müssen, stellt man vier bis sechs solcher Filter zu einer Batterie zusammen, entleert das erste Filter, wenn es einmal ganz unwirksam geworden ist und schaltet es mit frischem Spodium beschickt, als letztes in die Batterie ein. Die Filtration der heißen Lösung darf nur so schnell vor sich gehen, daß aus dem letzten Filter eine fast ganz farblose Flüssigkeit abläuft, welche bei rascher Abkühlung kleine farblose Krystalle absetzt, die, nachdem sie durch die Centrifuge von der Mutterlauge befreit und getrocknet sind, im Handel als reines Natriumacetat angesehen werden.

Fig. 47.

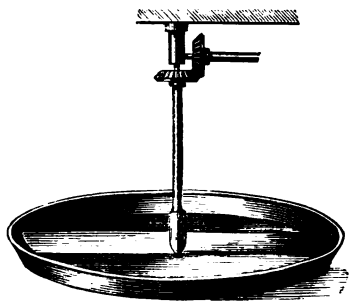


Aber auch dem auf diese Weise gereinigten Salze haften gewisse, wenn auch nur sehr geringe Mengen von buttersaurem und propionsaurem Natron an, und finden sich auch in der aus diesem Salze dargestellten Essigsäure die entsprechenden Mengen von Butter- und Propionsäure vor. Der Geruch der Buttersäure ist aber so durchdringend, daß die

Gegenwart dieser Säure in der Essigsäure durch ein geübtes Geruchsorgan sofort herausgefunden wird; reibt man solche unreine Essigsäure auf der Handfläche, so macht sich, nachdem die leichter flüchtige Essigsäure verdampft ist, der unangenehme Geruch der Buttersäure sehr bemerklich.

Um daher völlig reine Essigsäure, wie sie für Speisezwecke gefordert wird, zu erhalten, muß ein anderes Verfahren eingeschlagen werden, welches zwar etwas umständlicher ist als das eben beschriebene, aber sicher zum Ziele führt. Dasselbe gründet sich auf den Umstand, daß sich das Natriumacetat bis nahe zur Temperatur von 400° C. erhitzen läßt, ohne sich zu zersetzen, indeß schon ziemlich weit unter diesem Wärmegrad sowohl das buttersaure als das propionsaure Natron zersetzt wird und sich die Theerstoffe verflüchtigen.

Fig. 48.



Man verwendet in diesem Falle das durch Waschen oder Centrifugiren gereinigte Salz von der ersten Krystallisation und schmilzt es in einem gußeisernen Kessel von etwa 1·50 Meter Durchmesser und 20 Centimeter Höhe, Fig. 48, in dem sich ein Rührwerk befindet, welches zwei gekrümmte Schaufeln trägt. Das Salz schmilzt Anfangs sehr rasch in seinem Krystallwasser und giebt dieses unter starkem Schäumen ab, so daß schließlich eine bröckliche gelbbraune Masse zurückbleibt, welche fortwährend Theerdämpfe ausstößt. Man erhält das Feuer unter dem Kessel durch etwa eine Stunde gleichmäßig und verstärkt es erst dann, wenn von der Masse keine Dämpfe mehr aufsteigen, so weit, daß erstere schmilzt.

Die geschmolzene Masse wird mit flachen Schaufeln aus dem Kessel gehoben und auf Bleche gegossen, auf welchen sie zu einem kleinblasigen grauweißen Kuchen erstarrt.

Hat man die eben beschriebene Arbeit richtig ausgeführt, so enthält die erstarrte Schmelze nur mehr Natriumacetat, Kohle und so wenig Theerstoffe, daß sie in Wasser gebracht eine sehr hellgelb gefärbte Lösung ergiebt; wurde die Hitze zu sehr gesteigert, so zersetzt sich auch ein Theil des Natriumacetates unter Entwickelung von Aceton und unter Hinterlassung von Soda; bisweilen entflammt sich auch die ganze Masse und muß man dann den Brand durch Aufwerfen von Rohkrystallen löschen.

Die geschmolzene Masse wird in kochendem Wasser gelöst und die kochend heiße Lösung, welche durch die in ihr schwebenden Kohlentheilchen dunkel gefärbt ist, durch ein mit Sand gefülltes und mit Dampf beheiztes Filter filtrirt und rasch abgekühlt, damit man kleine Krystalle erhält, welche nach der Behandlung in der Centrifuge ganz farblos sein müssen. Da es fast unmöglich ist, jede Partie der schmelzenden Masse genau so lang zu erhitzen, bis alle färbenden Stoffe zerstört sind (Ueberhitzung bewirkt wie erwähnt, auch Zersetzung des Natriumacetates), so erhält man bisweilen Lösungen, welche gelb gefärbt sind und gelbe Krystalle liefern; man kann aber auch in diesem Falle leicht ganz farblose Krystalle erhalten, wenn man die gelben Krystalle nochmals in kochendem Wasser löst und die Lösung durch ein Spodiumfilter fließen läßt.

Das so erhaltene Natriumacetat erscheint in Form von farblosen Krystallen, deren Zusammensetzung $Na\,C_2\,H_3\,O_2 + 3\,H_2\,O$ ist, und welche an der Luft verwittern. Das Salz löst sich bei gewöhnlicher Temperatur etwa in der dreifachen Gewichtsmenge Wassers; mit zunehmender Wärme steigert

sich aber die Löslichkeit ungemein und enthält die bei 124° C. kochende gesättigte Lösung auf 100 Theile Wasser 208 Theile des Salzes. Beim Erwärmen schmilzt das Salz bei 78° C., giebt sein Krystallwasser ab, erstarrt dann und schmilzt erst wieder bei 319° und kann in geschmolzenem Zustande auf 380 bis 400° C. erhitzt werden, ohne sich zu zersetzen. Ueber diese Temperatur erhitzt, entwickelt das Salz Aceton, entzündet sich leicht an der Luft und hinterläßt schließlich einen Rückstand, welcher aus kohlensaurem Natron und Kohle besteht.

Die Mutterlaugen, welche sich, nachdem eine Pfanne durch eine gewisse Zeit im Gange war, in derselben anhäufen und schließlich nicht mehr krystallisiren (vergleiche Seite 211), werden so stark eingedampft, daß sie die Consistenz von Syrup erlangen und in Kufen aufbewahrt; nach einigen Wochen werden sie von dem ausgeschiedenen Rohsalze getrennt und weiter verarbeitet. Dies geschieht in der Mehrzahl der Fabriken dadurch, daß man die Lauge zur Trockene eindampft und den Rückstand glüht, wobei mit Kohle gemengte calcinirte Soda hinterbleibt, die man wieder zum Neutralisiren von Holzessig anwendet.

Man kann auch 100 Theile der stark eingedickten Mutterlauge mit 20 Gewichtstheilen starkem Alkohol mischen und allmählich 70 Gewichtstheile Schwefelsäure zufügen; es scheidet sich dann an der Oberfläche der Flüssigkeit eine schwarze ölige Schichte ab, welche aus rohem Essig-, Butter- und Propionäther nebst geringen Mengen von Ameisensäure-, Valerian- und Capronsäureäther besteht und lassen sich aus diesem Rohproducte sämmtliche genannten Säuren im reinen Zustande darstellen.

Die Darſtellung von Eſſigſäure aus den Acetaten.

Wenn es ſich darum handelt, concentrirte Eſſigſäure darzuſtellen, iſt es immer erforderlich, ein Acetat durch eine ſtarke Mineralſäure zu zerſetzen und wendet man in dieſem Falle entweder das Kalkſalz oder das Natriumacetat an. Die concentrirte Eſſigſäure, welche man aus dem Calciumacetate darſtellt, iſt nie völlig frei von empyreumatiſchen Stoffen, daher nur für techniſche Zwecke geeignet; ganz reine Eſſigſäure kann im Großen nur aus dem Natriumſalze dargeſtellt werden.

Darſtellung von Eſſigſäure für techniſche Zwecke.

Um aus eſſigſaurem Kalk die Eſſigſäure zu gewinnen, wird derſelbe mit Salzſäure zerlegt, indem man unter Anwendung der letzteren eine ſehr leicht lösliche Verbindung: Chlorcalcium als Rückſtand erhält. Man bringt das zu verarbeitende Quantum von eſſigſaurem Kalk in eine Bottich, übergießt es mit der erforderlichen Menge von Salzſäure, rührt tüchtig um und läßt die Maſſe während 24 Stunden ſtehen; ſie verflüſſigt ſich während dieſer Zeit und ſcheidet an ihrer Oberfläche Theerkörper aus, welche ſorgfältig abgeſchöpft werden müſſen, ehe man den Inhalt des Bottichs in eine Deſtillirblaſe bringt.

Die zur Zerſetzung des Kalkſalzes erforderliche Menge Salzſäure ließe ſich ſehr leicht genau beſtimmen, wenn man den Gehalt des Salzes an Verbindungen, welche durch Salzſäure zerſetzt werden, genau kennen würde; da aber dies nur geſchehen könnte, wenn man eine Probe des eſſigſauren Kalkes vollſtändig analyſirt, nimmt man in der Praxis von dieſer umſtändlichen Arbeit ganz Umgang und ſucht die erforderliche Menge von Salzſäure dadurch zu ermitteln,

daß man einen Theil des essigsauren Kalkes fein pulvert und je 100 Gramm des Pulvers mit 90 oder 95 Gramm Salzsäure in kleinen Destillirapparaten aus Glas verarbeitet. Das Destillat wird durch Zusatz einer Silbernitratlösung auf die Gegenwart von Salzsäure geprüft; wenn die Flüssigkeit nach einiger Zeit zu opalisiren anfängt oder sich in derselben gar ein käsiger Niederschlag bildet, so ist Salzsäure zugegen.

Der Gehalt einer Essigsäure an Salzsäure macht das Product für viele Zwecke unverwendbar; man thut daher gut, einen kleinen Ueberschuß von essigsaurem Kalk anzuwenden, und erhält dann bei vorsichtiger Arbeit (nicht zu rasche mit Spritzen der Masse verbundene Destillation) eine Essigsäure, welche nur Spuren von Salzsäure enthält und leicht durch eine Rectification über etwas essigsaurem Kalk auch von dieser befreit werden kann. Bei Anwendung einer rohen Salzsäure vom specifischen Gewichte 1·16 erhält man aus dem essigsauren Kalke eine Säure, welche zwischen 47 und 50 Percent Essigsäurehydrat enthält, eine gelbliche Färbung und schwachen empyreumatischen Geruch und Geschmack besitzt.

Die Destillation wird in einer kupfernen Blase vorgenommen, welche gegen die directe Einwirkung des Feuers durch eine eiserne Schale geschützt ist. Das Kühlrohr kann aus Blei angefertigt werden und soll unten einen Uförmigen Ansatz haben, welcher sich bei Beginn der Destillation sogleich mit Essigsäure füllt und den Zutritt der Luft in das Kühlrohr abhält. Wenn man das Kühlrohr nach jedesmaliger Destillation mit Wasser auswäscht, so wird es durch die Essigsäure nicht angegriffen und läßt sich in der Flüssigkeit kein Blei nachweisen, oder doch nur in so geringen Spuren, daß die Gegenwart der Bleimenge, welche auf diese Weise

in die Essigsäure gelangt, in einem Producte, welches für technische Zwecke bestimmt ist, bedeutungslos erscheint.

Nimmt man die Rectification der Essigsäure anstatt über Calciumacetat über doppelt chromsaurem Kali (Kaliumbichromat) vor, so erhält man zwar eine Säure, welche keine Salzsäure enthält, farb- und geruchlos ist, aber noch ganz merklich den brenzlichen Geschmack zeigt. Da nun das Kaliumbichromat, von welchem man auf 100 Kilogramm Säure 1 bis $1^1/_2$ Kilogramm anwenden muß, ein ziemlich kostspieliger Körper ist, so empfiehlt sich die Anwendung dieses Verfahrens bei der Darstellung von Essigsäure aus Calciumacetat nicht, indem diese Essigsäure ihres brenzlichen Geschmackes wegen doch nicht als Tafelessig verwendet werden könnte.

Darstellung von reiner Essigsäure.

Reine, das heißt ganz besonders: von empyreumatischen Stoffen freie Essigsäure wird für manche technische Zwecke gefordert, hat aber in neuerer Zeit eine sehr ausgedehnte Anwendung zur Darstellung von Speiseessig gefunden. Das Präparat, welches im Handel unter dem Namen „Essig-Essenz" vorkommt, ist oder soll sein 80- bis 85percentige reine Essigsäure, welche nach dem Verdünnen mit dem 20fachen Volumen Wasser Speiseessig von gewöhnlicher Stärke liefert.

Es ist begreiflich, daß ein zum Genusse bestimmtes Product völlig rein sein muß und ist es daher, schon aus rein materiellen Gründen wegen der Verkäuflichkeit der Waare nothwendig, nur ganz reine Essigessenz, welche namentlich völlig frei von Metallen und fremden Säuren ist, in den Handel zu bringen. Da sich Essigsäure von dieser Beschaffenheit nur aus ganz reinem, geschmolzenem Natriumacetat darstellen läßt, muß auf die Bereitung dieses Productes die größte Sorgfalt verwendet werden.

Je nachdem man schwächere oder concentrirtere Essigsäure darstellen will, verwendet man entweder krystallisirtes (wasserhaltiges) oder frisch geschmolzenes (wasserfreies) Natriumacetat; im letzteren Falle erhält man sogleich eine Säure von höchster Concentration — Eisessig — dessen Darstellung unten beschrieben werden soll. Die Zersetzung des Natriumacetates wird gewöhnlich mittelst Schwefelsäure ausgeführt und erfordern, der Rechnung nach, 100 Gewichtstheile krystallisirtes Natriumacetat ziemlich genau 36 Gewichtstheile Schwefelsäure zur Zersetzung; man muß aber in diesem Falle, um alle Essigsäure zu gewinnen, am Ende der Operation sehr stark erhitzen, und ist der feste Rückstand von neutralem Natriumsulfat nur schwierig aus den Destillirgefäßen zu entfernen.

Man wendet daher in der Praxis gewöhnlich die doppelte Menge von Schwefelsäure an (72 Gewichtstheile) und erzielt dadurch mehrere wesentliche Vortheile: Ein Theil der Essigsäure ist von sehr hoher Concentration und sehr rein, der Rückstand im Destillirgefäße, aus Natriumbisulfat bestehend, ist in der Wärme flüssig und kann daher leicht ausgeschöpft werden; endlich kann man das Mehr an Schwefelsäure, welches man in diesem Falle anwenden muß, noch anderweitig ausnützen.

Die Destillation wird in der Weise ausgeführt, daß man das klein krystallisirte Salz in eine kupferne Destillirblase bringt, letztere schließt, mit dem langen Kühlrohre verbindet und durch einen Tubulus, der mit einem bis auf den Boden der Blase reichenden Rohre verbunden ist und auf dem Retortenhelme sitzt, Schwefelsäure partienweise zugießt. Infolge der Wärme, welche bei der Zersetzung des Natriumacetates frei wird, erhitzt sich der Inhalt der Destillirblase so stark, daß ein Theil der Essigsäure, und zwar sehr

hoch concentrirte Säure zur Verdampfung gelangt und sich in dem Kühler verdichtet, dessen unteres Ende mit einer Aräometerhülse verbunden ist. Nachdem die Entwickelung von Essigsäuredämpfen nachgelassen, fügt man abermals Schwefelsäure zu und beginnt nach dem Eintragen des letzten Antheiles von Schwefelsäure zu feuern. Die überdestillirende Säure wird so lange in ein besonderes Gefäß aufgefangen, bis das Aräometer anzeigt, daß nunmehr schwächere Säure überzugehen beginnt.

Diese zuerst übergegangene Säure ist, wie erwähnt, hoch concentrirt, und enthält als hauptsächlichste Verunreinigung nur eine kleine Menge von Salzsäure (welche aus dem Gehalte der ursprünglich angewendeten Soda an Chlornatrium herstammt) und sehr wenig empyreumatische Stoffe; sie wird für sich allein weiter verarbeitet. Die späteren Antheile des Destillates sind wasserreicher, enthalten mehr empyreumatische Stoffe und namentlich gegen Ende der Destillation ziemlich viel schwefelige Säure.

Wenn die Destillation beendet ist, so erhält man im Ganzen aus 100 Kilogramm krystallisirtem Natriumacetat beiläufig 80 Kilogramm Essigsäure von 54 bis 55 Percent. Diese Säure enthält neben Essigsäurehydrat und Wasser noch kleine Mengen von Kupfer, schwefelige Säure und empyreumatische Stoffe, von welchen sie durch Rectification befreit wird. Man bringt sie zu diesem Zwecke in eine kupferne Destillirblase, deren Helm und Kühlrohr (welches aber nur einige Windungen zu haben braucht) aus Silber bestehen müssen und fügt der Säure vor Beginn der Destillation etwa zwei Percent Mennige oder doppelt chromsaures Kali zu. Die Mennige giebt, wie das doppelt chromsaure Kali, Sauerstoff ab, welcher die vorhandene schwefelige Säure zu Schwefelsäure und die empyreumatischen Stoffe zu

geruch- und geschmacklosen Verbindungen oxydirt. Die langsam überdestillirte Säure schmeckt dann vollkommen rein sauer und ist frei von jedem empyreumatischen Geruch.

Das bei der Destillation des Natriumacetates mit Schwefelsäure hinterbleibende Natriumbisulfat wird in flache Schalen gegossen, nach dem Erstarren gepulvert und wird mit Natriumacetat im Verhältniß von 3 : 2 gemischt und destillirt. Die halbgebundene Schwefelsäure wirkt in der Hitze auf das Natriumacetat ein, es entsteht Essigsäurehydrat und neutrales Natriumsulfat, welches nach beendeter Destillation durch Behandeln mit Wasser aus dem Destillirgefäße entfernt werden muß. Die so erhaltene Essigsäure ist gewöhnlich reicher an schwefeliger Säure als jene, welche unter Anwendung der doppelten Menge von Schwefelsäure dargestellt wurde.

Die Darstellung von Eisessig.

Um höchst concentrirte Essigsäure, Essigsäurehydrat, Eisessig oder Acidum aceticum glaciale zu erhalten, schlägt man mehrere Wege ein: man destillirt frisch entwässertes Natriumacetat mit concentrirter Schwefelsäure, oder man entzieht einer schon hochpercentigen Essigsäure das Wasser, indem man sie über geschmolzenem Chlorcalcium rectificirt.

Im ersten Falle verwendet man auf 100 Gewichtstheile wasserfreien Natriumacetates $91^2/_3$ Gewichtstheile Schwefelsäure und gießt die Schwefelsäure langsam auf das Salz, damit nicht ein Theil der sich sehr heftig entwickelnden Dämpfe von Essigsäure unverdichtet entweicht; erst nach dem Eintragen der Gesammtmenge von Schwefelsäure wird erhitzt und die ersten vier Fünftel des Destillates für sich aufgefangen, da der letzte Antheil desselben empyreumatisch riecht, indeß die ersteren Partien nur schwefelige Säure enthalten,

welche durch Rectification der Säure über doppelt chromsaurem Kali beseitigt wird.

Nach dem zweiten Verfahren kann man schon aus 50percentiger Essigsäure dadurch Eisessig herstellen, daß man sie mit geschmolzenem (wasserfreiem) Chlorcalcium destillirt; man gewinnt hierdurch einen Eisessig, welcher bedeutende Mengen von Salzsäure enthält und muß derselbe hiervon durch Rectification über wasserfreiem Natriumacetat befreit werden, wobei wieder der silberne Helm und die silberne Kühlschlange angewendet werden müssen und die Vorsicht zu gebrauchen ist, die Schlange nicht zu stark abzukühlen, indem sonst die Essigsäure in derselben krystallisiren könnte.

Das nach der Rectification hinterbleibende wasserhaltige Chlorcalcium wird durch Erhitzen in flachen Gefäßen entwässert und dann so stark erhitzt, daß es wieder in den glühenden Fluß kommt; letzteres ist erforderlich, um alle vorhandene organische Substanz zu zerstören. Man verlegt am zweckmäßigsten die Darstellung des Eisessigs in die kühle Jahreszeit und sammelt das aus dem Kühler ablaufende Destillat in Töpfen aus Steinzeug, welche bedeckt und der Einwirkung der niederen Temperatur ausgesetzt werden. Der größte Theil der Flüssigkeit erstarrt hierbei zu einer krystallinischen Masse; die Töpfe werden dann umgelegt, damit der flüssig gebliebene Antheil ablaufe und fügt man diesen bei einer nächsten Rectification über Chlorcalcium zu. Durch Einstellen der Töpfe in einen geheizten Raum bringt man die wasserfreie Essigsäure zum Schmelzen und füllt sie dann sogleich in Flaschen. Nur auf diese Weise ist es möglich, Eisessig zu erhalten, welcher der im Handel üblichen Probe Stand hält.

Diese Probe besteht darin, daß man die Essigsäure mit Citronenöl zusammen bringt; wasserfreies Essigsäurehydrat

löst Citronenöl in jedem Verhältnisse auf, aber schon die Gegenwart einer sehr geringen Wassermenge vermindert die Löslichkeit in hohem Grade. Die zweite Handelsprobe besteht darin, daß man die Essigsäure (sowohl den Eisessig als auch die verdünnte Säure) mit einer Lösung von Kaliumpermanganat (übermangansaures Kali) so lange versetzt, daß sie himbeerroth erscheint; reine Säure bleibt dauernd roth gefärbt; Säure, welche empyreumatische Stoffe enthält, bewirkt das rasche Verschwinden der Färbung.

Es sei hier noch bemerkt, daß aber auch eine Säure, welche frei von empyreumatischen Stoffen ist, auf die Lösung des Kaliumpermanganates entfärbend wirkt, wenn in ihr schwefelige Säure enthalten ist. Es erscheint daher nothwendig, die Säure vor der Ausführung der Probe auf empyreumatische Stoffe auf schwefelige Säure zu prüfen, und geschieht dies dadurch, daß man die Säure mit Kaliumpermanganat versetzt, bis zur Entfärbung stehen läßt und dann Chlorbaryumlösung zufügt; wenn schwefelige Säure vorhanden war, so ist dieselbe jetzt in Schwefelsäure übergegangen, es entsteht durch Chlorbaryum eine Trübung der Flüssigkeit und scheidet sich nach längerer Ruhe ein weißer Niederschlag ab. Essigsäure von dieser Beschaffenheit müßte nothwendigerweise nochmals rectificirt werden.

X. Die Darstellung von reinem Holzgeist oder Methylalkohol und die Verarbeitung des Holztheeres.

A. Darstellung von Holzgeist.

Der rohe Holzgeist, welchen man durch Erhitzen des rohen Holzessigs erhält, bis das specifische Gewicht des Destillates auf 1·000 gestiegen ist (vergleiche Seite 202), bildet eine grünlichgelbe Flüssigkeit von unangenehmem Geruche, die neben Methylalkohol noch eine große Reihe fremder Stoffe enthält, von welcher sie befreit werden muß. Um den Methylalkohol in jenem Zustande von Reinheit zu erhalten, welchen er besitzen muß, um zur Fabrikation von Anilinfarben verwendbar zu sein, verfährt man auf folgende Art:

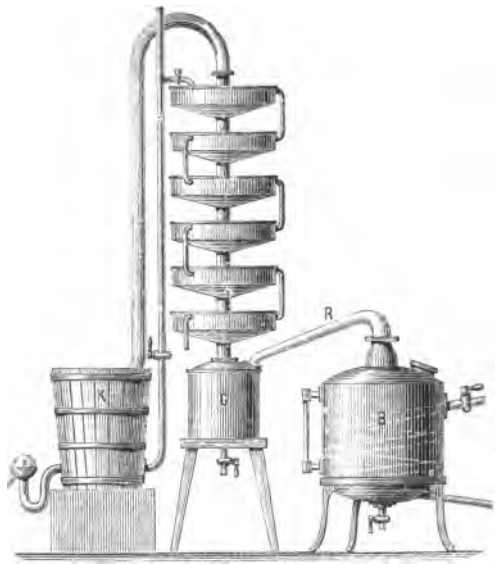
Man bringt den rohen Holzgeist in die Blase des umstehend abgebildeten Destillirapparates, fügt gelöschten Kalk hinzu und läßt die Flüssigkeit durch mehrere Stunden stehen. Die Flüssigkeit erwärmt sich bald nachdem der Kalk zugesetzt wurde, ziemlich stark, indem sich die freien Säuren mit dem Kalke verbinden, aus dem Essigsäure-Methyläther Calciumacetat und Methylalkohol gebildet wird und sich auch kleine Mengen von Ammoniak entwickeln.

Der Destillirapparat (Fig. 49) stimmt in seiner Construction vielfach mit den zur Darstellung von hochrectificirten Weingeist dienenden Apparaten überein, und kann entweder durch freies Feuer oder zweckmäßiger durch Dampf beheizt werden. Auf dem Helme der Blase B sitzt ein nach abwärts gebogenes Rohr R, welches in ein Gefäß G mündet und erhebt sich über letzterem ein System von sechs

Pistorius'schen Becken P. Von dem obersten Becken führt das absteigende Rohr zum Kühler K.

Die Dimensionen des Destillirapparates hängen von der Menge des zu verarbeiteten Holzgeistes ab; da bei Anwendung von Dampfheizung die Destillation sehr rasch verläuft, genügt es selbst für eine größere Fabrik der Blase

Fig. 49.



einen Fassungsraum von 1200 bis 1500 Liter zu geben und regulirt man den Wasserzufluß auf die Becken derart, daß das aus der Kühlschlange ablaufende Destillat beständig das specifische Gewicht 0·816 zeigt.

Der so gewonnene Holzgeist ist zwar Anfangs farblos, wird aber beim Stehen allmählich dunkelbraun und kann nur zur Fabrikation von Firnissen verwendet werden, indem

er immer noch ansehnliche Mengen von Aceton, Essigsäure Methyläther, Aldehyd, Ammoniak und Methylamin nebst Kohlenwasserstoff-Verbindungen enthält; verdünnt man diesen Holzgeist mit Wasser, so scheidet er die Kohlenwasserstoffe zum größten Theile aus und wird hierdurch milchig getrübt.

Um Holzgeist zu erhalten, welcher nicht durch Wasser getrübt wird, und farblos bleibt, verdünnt man ihn mit so viel Wasser, daß die Flüssigkeit das specifische Gewicht 0·935 zeigt und überläßt dieselbe durch einige Tage der Ruhe; die Anfangs stark milchig gewordene Flüssigkeit klärt sich, indem die Tröpfchen von Kohlenwasserstoffen nach oben steigen und sich zu einer ölartigen Schichte vereinigen. Man läßt die klare Flüssigkeit ablaufen und destillirt sie abermals unter Zusatz von 2 Percent Kalk zu einer Flüssigkeit vom specifischen Gewichte 0·816 wodurch man Holzgeist erhält, welchem nur noch Spuren von Methylamin und eine geringe Menge von Theerproducten beigemengt sind. Man fügt dann dem Holzgeiste 0·1—0·2 Percent Schwefelsäure zu und rectificirt ihm in der Weise, daß man das zwischen 64 und 66° C. übergehende Destillat für sich auffängt.

Das Product, welches man nach dem eben geschilderten Verfahren gewinnt, ist rein genug, um zur Fabrikation von Anilinfarben verwendet zu werden und beträgt die Ausbeute an reinem Holzgeiste selten mehr als ein halbes Percent vom Gewichte des angewendeten Holzes. Zur Darstellung gewisser Theerfarben ist der reine Holzgeist unentbehrlich und wird von den betreffenden Fabriken gut bezahlt; das minder reine Product läßt sich aber mit großem Vortheil zur Darstellung von flüchtigen Firnissen verwenden und ist für diesen Zweck ein ganz brauchbares Ersatzmittel für den Aethylalkohol. Man kennt mehrere Verfahren, um aus dem Holzgeiste den Methylalkohol in chemischreinem Zustande darzustellen; im

großen Maßstabe läßt sich hierfür jedoch nur die eben beschriebene Methode verwenden.

B. Die Verarbeitung des Holztheeres.

Der Holztheer enthält eine sehr große Menge von Verbindungen, von welchen aber nur das unter dem Namen „Kreosot" im Handel vorkommende Gemisch mit Vortheil abgeschieden werden kann. Für sich allein ist der Holztheer übrigens auch gut verwerthbar, indem er als vorzüglich conservirender Anstrich für Holz dient und als Wagenschmiere, auch zur Gewinnung von Ruß (Seite 195), eventuell als Brennmateriale bei der Verarbeitung des Holzes durch trockene Destillation verwendet werden kann.

Seitdem infolge der Einführung der Fabrikation des Leuchtgases aus Steinkohlen der Steinkohlentheer in großen Massen producirt wird, stellt man fast alle Theerproducte aus diesen, eventuell aus den Abfällen der Petroleumraffinerien dar; der Holztheer — namentlich der Buchentheer enthält unstreitig viel Paraffin — man kann dasselbe aber im Großen nicht zu jenen Preisen herstellen, zu welchen es von den Fabriken geliefert wird, welche Rohpetroleum oder Braunkohle verarbeiten. Für den Holztheer, welcher aus harzreichen Hölzern gewonnen wurde, ergiebt sich viel leichter eine rationelle Verwerthung, als für den Theer, der aus harten Hölzern stammt, indem er das werthvolle Terpentinöl enthält.

Darstellung von Kreosot und Theerölen.

Um den Theer zu verarbeiten, muß man denselben immer einer Destillation unterwerfen und nimmt man die Destillation am zweckmäßigsten in dampfkesselförmigen liegenden Cylindern vor, welche so eingemauert werden, daß sie nach einer Seite hin schwach geneigt sind. An

der tiefsten Stelle befindet sich eine größere Oeffnung, welche durch einen Deckel und Bügelschraube verschlossen ist. Diese Einrichtung hat den Zweck, die nach dem Abtriebe der flüchtigen Destillationsproducte in dem Kessel hinterbleibende pech- oder asphaltartige Masse so schnell als möglich aus dem Apparate zu entfernen, indem sie sonst erstarrt und so fest haftet, daß man sie nur mit großer Mühe von der Metallwand loslösen kann.

Bei der Verarbeitung des Theeres vereinigt man die gesammten Theermassen, welche sich aus dem Holzessig beim Abtriebe des Holzgeistes, respective beim Neutralisiren mit Kalk oder Soda abscheiden mit dem Theere, welcher aus den Verdichtungsgefäßen genommen wird und unterwirft sie gemeinschaftlich der Destillation. Letztere könnte in der Weise ausgeführt werden, daß man die bei bestimmten Temperaturen sich ergebenden Destillate für sich auffängt und das Destillat fractionirt; gewöhnlich begnügt man sich damit, die Destillate in der Weise von einander zu trennen, daß man die leichten ölartigen Producte bis zum specifischen Gewichte 0·980 für sich auffängt und getrennt von den schweren Oelen vom specifischen Gewichte 1·010 aufwärts der Verarbeitung unterzieht.

Bei Beginn der Destillation geht zuerst roher Holzgeist über und folgt diesem eine ziemliche Menge von Essigsäure (destillirter Holzessig); nach diesem destilliren zuerst die leichten, später die schweren Oele über und hinterbleibt der pechartige Rückstand in dem Destillirgefäße. Mengt man diesen Rückstand, so lange er noch flüssig ist, mit trockenem heißen Sand, so kann man aus der erhaltenen Masse Platten formen, welche ähnlich wie Asphaltplatten zur Ausführung von Pflasterungen verwendet werden können; mit Kohlenklein gemengt giebt er eine teigartige Masse, die zur

Anfertigung von Briquettes (Kohlenziegel) brauchbar ist — in Ermanglung einer anderen Verwerthung läßt man den Pechrückstand auf eine Eisenplatte fließen, zerschlägt die erstarrte Masse in Stücke und verfeuert diese gleichzeitig mit Kohlen.

Die Mengen der einzelnen Destillationsproducte hängen von der Beschaffenheit des Holzes ab, aus welchem der Theer gewonnen, und von der Art und Weise, in welcher die trockene Destillation hierbei geleitet wurde ab; harte Hölzer geben im Mittel einen Theer, welcher bei der trockenen Destillation nach Vincent liefert:

	Percente
Wässeriges Destillat (Holzgeist, Essigsäure) . .	10—20
Oeliges, leichtes „ spec. Gewicht 0·966—0·977	10—15
„ schweres „ „ „ 1·014—1·021	15
Pech	50—65

Man fängt die Destillate nach dem specifischen Gewichte getrennt, in Kufen auf und nimmt sogleich von dem frischen Destillat eine Probe, z. B. 1 Liter, welche dazu dient, um genau die Menge von Soda zu ermitteln, welche zur Neutralisirung der gesammten Flüssigkeit erforderlich ist. Man fügt sodann dem Destillate so viel concentrirte Sodalösung zu, als zur Neutralisation desselben nöthig ist, mischt tüchtig durch und überläßt die ganze Flüssigkeit so lange der Ruhe, bis sie sich in zwei scharfgetrennte Schichten geschieden hat, deren obere von ölartiger Beschaffenheit ist. Man läßt die wässerige Flüssigkeit ablaufen und bringt sie in eine der Kufen, in welcher roher Holzessig aufgefangen wird. Die ölige Schichte wird durch Destillation weiter verarbeitet.

Damit die Mischung zwischen der Sodalösung und dem Destillate recht innig vor sich gehe, ist es angezeigt, in die Bottiche eine Welle einzusetzen, an deren Umfang Stäbe

in Form einer Schraubenlinie angebracht sind, und diese Welle einige Zeit in Gang zu erhalten, bis die Mischung erfolgt ist, worauf man die Welle aushebt und die Flüssigkeit der Ruhe überläßt.

Die nach dem Neutralisiren des leichten und schweren Destillates hinterbleibenden Oele werden vereinigt, einer sorgfältig auszuführenden Rectification unterworfen und zwar wechselt man die Vorlage, wenn man an dem in den Apparat eingesetzten Thermometer erkennt, daß die Temperatur über 150° C. gestiegen ist und wird beim Ueberschreiten von 250° C. abermals die Vorlage gewechselt. Unter 150° und über 250° C. destilliren Kohlenwasserstoffe, welche man wohl als Lösungs- und Beleuchtungsmittel verwenden kann, deren Darstellung jedoch nur wenig Nutzen abwirft, indem man bei der Raffination des Rohpetroleums gegenwärtig ähnliche Körper in großen Massen darstellt.

Das zwischen 150° und 250° C. übergegangene Destillat enthält Phenol, Kresol und Phlorol, welche zusammen das Holz-Kreosot bilden. Man mischt das Destillat sehr innig mit hochconcentrirter Natronlauge (von 36° B.) unter Anwendung eines Rührapparates und zieht die wässerige Flüssigkeit von der auf ihr lagernden Oelschichte ab, welche mit den übrigen Kohlenwasserstoffen vereinigt wird. Die wässerige Flüssigkeit wird in einer offenen Pfanne eine Zeit lang gekocht, um alle noch vorhandenen Kohlenwasserstoffe zu verjagen, mit Schwefelsäure gesättigt und der Ruhe überlassen; die sich hierbei abscheidende Flüssigkeit von durchdringendstem Rauchgeruche ist Kreosot, welches für medicinische Zwecke und zum Schnellräuchern Anwendung findet, aber als Desinfectionsmittel vollständig von dem viel billigeren Steinkohlen-Kreosot (Carbolsäure) im Handel verdrängt ist.

Um das Kreosot, welches nach diesem Verfahren gewonnen wird, bleibend farblos zu erhalten, muß man es mit $^1/_4$ bis $^1/_2$ Percent doppelt chromsaurem Kali und $^1/_2$ bis 1 Percent Schwefelsäure mischen, durch 24 Stunden stehen lassen und abermals destilliren. Die geringe Ausbeute an Kreosot, sowie die beschränkte Anwendung des letzteren sind Factoren, welche die Rentabiliät des mühevollen Verfahrens der Kreosotbereitung sehr in Frage stellen und ist die Darstellung des Kreosotes nur an solchen Orten zu empfehlen, an welchen Schwefelsäure und Natron zu billigen Preisen zu beschaffen sind.

Die schweren Oele werden in der gleichen Weise verarbeitet; die Lösung, welche nach der Behandlung mit Sodalösung entsteht, wird aber nicht zum rohen Holzessig gegossen, sondern für sich behandelt. Sie enthält nämlich fast kein Natriumacetat, wohl aber die Natronsalze der fetten Säuren mit höherem Siedepunkte. (Propion-, Butter-, Valerian- und Capronsäure.) Man verwendet diese Lauge entweder zur Darstellung der genannten Säuren, oder dampft die Lösung zur Trockene ein und glüht sie bei Luftzutritt, um die Soda wieder zu gewinnen.

Sollen die Säuren für sich dargestellt werden, so dampft man die Flüssigkeit zur Syrupsdicke ein, übersättigt sie schwach mit Schwefelsäure und verdünnt die Flüssigkeit stark mit Wasser; die ölartige Schichte, welche sich auf der Oberfläche des Wassers abscheidet, besteht aus dem Gemenge der genannten Säuren, welche in Wasser schwer löslich sind. Durch Rectification dieses Gemisches bei Temperaturen, welche den Siedepunkten der betreffenden Säuren entsprechen, kann man letztere in fast reinem Zustande erhalten.

Zweckmäßiger ist es, die bis zur Consistenz eines dicken Syrupes eingedampfte Salzmasse mit Alkohol und

Schwefelsäure zu destilliren, wobei die wohlriechenden Aether der verschiedenen Säuren entstehen, die dann durch fractionirte Destillation von einander geschieden werden.

Die schweren Theeröle sind, da sie vollkommen frei von Säuren sind und an der Luft nicht verharzen, sehr wohl als Schmiermittel für Maschinen zu verwenden und fanden für diesen Zweck guten Absatz; gegenwärtig sind auch sie durch das Vaselin, welches ein Nebenproduct der Raffination von Petroleum bildet, ziemlich in den Hintergrund gedrängt und infolge dessen von geringem Werthe geworden.

Darstellung von Terpentinöl aus Theer.

Der durch Schweelen (Seite 184) aus harzreichen Nadelhölzern gewonnene Theer ist neben den Körpern, die sich infolge der trockenen Destillation bilden, sehr reich an Terpentinöl und kann dieses mit Vortheil in reinem Zustande ausgeschieden werden. Man destillirt den Theer in derselben Weise, wie dies bei der Darstellung von Kreosot geschieht. Das leichte Oel, in welchem auch die Gesammtmenge des Terpentinöles enthalten ist, wird zur Beseitigung der Theerkörper der Reihe nach mit fünf Percent starker Natronlauge, mit Wasser, mit zwei Percent Schwefelsäure und schließlich wieder mit Wasser gewaschen.

Das so gereinigte Oel wird mit etwas Kalkmilch, die zur Bindung der letzten Spur von Schwefelsäure dient, in eine Destillirblase gebracht, ein Strom von gespanntem Wasserdampf durchgeleitet und die entweichenden Dämpfe verdichtet. Das trübe ablaufende Destillat trennt sich in der Ruhe in zwei Schichten, deren untere Wasser ist, indeß die obere aus Terpentinöl besteht.

Wenn das Terpentinöl abdestillirt ist, kann der Rückstand in dem Destillirgefäße entweder unmittelbar abgelassen

oder durch freies Feuer abdestillirt werden; man kann ihn als Leuchtöl oder als Schmiermittel verwenden. Die zum Waschen des ursprünglich in Arbeit genommenen Theeröles benützte Natronlauge, welche die Kreosotverbindungen (Phenole) aufnimmt, läßt sich selbstverständlich zur Gewinnung von Kreosot verwenden.

XI. Die Fabrikation von Oxalsäure aus Holz.

Die Oxalsäure $C_2 H_2 O_4$ findet sowohl im freien Zustande als in Form verschiedener Verbindung ausgedehnte Anwendung in der Färberei und Zeugdruckerei. Früher wurde dieses Product auf sehr kostspielige Weise, und zwar durch Oxydation von Zucker mittelst Salpetersäure dargestellt; gegenwärtig wird diese Darstellungsweise der Oxalsäure wohl nirgend mehr betrieben, indem man Methoden kennen gelernt hat, nach welchen man im Stande ist, die Oxalsäure aus billigen Materialien herzustellen.

Wenn man nämlich organische Substanzen mit Alkalien erhitzt, so wird stets Oxalsäure gebildet, und liefern die pflanzlichen Körper eine weitaus größere Menge von Oxalsäure als die Thierstoffe. Ganz besonders sind aber die sogenannten Kohlehydrate hierfür geeignet; Cellulose ist aber die am billigsten zu beschaffende unter diesen Verbindungen und läßt sich dieselbe auch in Form von Holz verwenden.

Nachdem das zur Fabrikation von Oxalsäure bestimmte Holz immer nur in sehr zerkleinertem Zustande angewendet werden kann, ergiebt sich von selbst, daß man eine Fabrik zur Herstellung von Oxalsäure aus Holz am zweckmäßigsten an solchen Orten anlegen wird, an welchen bedeutende Mengen von Sägespänen als anderweitig nicht zu verwerthender

Abfall gewonnen werden, somit in der Nähe von größeren Sägewerken, und wegen des Kalkverbrauches an Orten, wo selbst gebrannter Kalk zu billigem Preis zu haben ist.

Beim Erhitzen von Cellulose, respective Holzspänen mit ätzenden Alkalien bilden sich sehr verschiedene Producte, welche bis nun nur zum Theile genauer untersucht sind, namentlich entstehen neben Essigsäure, Ameisensäure und anderen organischen Säuren eine bedeutende Menge dunkelgefärbter Körper (Humuskörper). In höheren Temperaturen (über 200° C.) werden durch die andauernde Einwirkung der Alkalien diese Körper zum größten Theile zersetzt und immer höher oxydirte Verbindungen gebildet, bis schließlich Oxalsäure entstanden ist, welche man durch Abkühlen der Schmelzmasse im richtigen Momente in Verbindung mit den Alkalien gewinnen kann. Steigert man die Temperatur der schmelzenden Masse noch höher, so wird auch die Oxalsäure oxydirt und in Wasser und Kohlensäure zerlegt; die überhitzte Schmelze enthält keine oxalsauren, sondern nur kohlensaure Salze

Die Einhaltung der richtigen Temperaturgrenzen beim Erhitzen der Sägespäne mit Alkalien ist daher eine der Hauptbedingungen zum Gelingen der Operation; merkwürdiger Weise nimmt aber auch die Art des angewendeten Alkali hierauf einen sehr wesentlichen Einfluß. Erhitzt man nämlich Sägespäne mit Kalihydrat, so erzielt man viel größere Ausbeuten an Oxalsäure als bei Anwendung von Natronhydrat, eine sehr merkwürdige Thatsache, indem diese beiden Alkalien sonst in Bezug auf ihre chemische Wirkung die größte Aehnlichkeit mit einander haben. Wenn man aber Gemenge aus Kali- und Natronhydrat auf Sägespäne wirken läßt, so erhält man bei Einhaltung der richtigen Temperaturen eine Ausbeute an Oxalsäure, welche jener, die man unter Anwendung von Kalihydrat allein erzielt, fast gleich kommt.

Ueber die Einwirkung der beiden Alkalien auf Sägespäne, liegt eine sehr lehrreiche Untersuchung von Thorn vor, welche für die Durchführung der Arbeit im großen Maßstabe von solcher Wichtigkeit ist, daß man sie als die Grundlage eines zweckmäßigen Betriebes ansehen kann und führen wir die Ergebnisse derselben nachstehend in Kürze an.

Durch Erhitzen von Sägespänen (die Art des Holzes, von welchem die Späne stammen, ist von keinem wesentlichen Einflusse auf die Ausbeute) mit Natronhydrat wurde erhalten:

Temperatur in Grad C.	Gewichtsmenge Sägespäne	Gewichtsmenge Natron	Art der Erhitzung	Percentausbeute an krystallisirter Oxalsäure
200	1	2	schalenförm. Gefäß	36·00
240	1	2	„ „	33·20
200	1	2	1—1½ dicke Schichte	34·68
220	1	2	„ „ „	31·60
240	1	4	schalenförm. Gefäß	42·30
240	1	4	dünne Schichte	52·14

Bei Anwendung von 10 Kalihydrat neben 90 Aetznatron, geht die mit 50 Holzspänen versetzte Masse durch braungelb in grüngelb über und wird bei 180° C. teigartig und stößt weiße Nebel aus; bei dieser Temperatur beginnt aber die Einwirkung der Alkalien eigentlich erst energisch zu werden und steigt die Temperatur, selbst nachdem man aufgehört hat, zu erwärmen, ununterbrochen bis 360° C. wobei sich die Masse stark aufbläht, brennbare Gase entwickelt und schließlich verkohlt wird. Durch Vermehrung der Menge des Kalihydrates ist es jedoch möglich, das übermäßige Steigen der Temperatur hintanzuhalten und gleichzeitig höhere Ausbeuten an Oxalsäure zu erzielen. Bei Ausführung der

nachstehenden Versuchsreihe wurden immer zwei Theile Alkalihydrat auf einen Theil Sägespäne verwendet.

Verhältniß zwischen Kali und Natron	Temperatur Grad C	100 Theile Holz ergaben krystallisirte Oxalsäure
20 : 80	190	19·78
20 : 80	200	21·50
20 : 80	240	30·04
30 : 70	190	21·38
30 : 70	240	38·89
40 : 60	190	14·00
40 : 60	200	30 35
40 : 60	240—245	43·70
50 : 50	200	25·76
50 : 50	240—245	39·04
60 : 40	200	30·57
60 : 40	240—245	42·67
80 : 20	200—220	45·59
80 : 20	240	61·32
90 : 10	240	64.24
100 : 0	240—245	65·57

Nachdem es sich herausgestellt hatte, daß beim Erhitzen der Späne in dünnen Schichten die Masse viel leichter zu behandeln ist, als beim Schmelzen derselben in Schalen und auch die Oxydation der Cellulose unter diesen Umständen rascher vor sich geht, stellte Thorn auch Versuche in dieser Richtung an und gelangte bei 1- bis $1^1/_2$-stündigem Erhitzen der oftmals umgerührten Masse zu viel reicheren Ausbeuten an Oxalsäure als bei den vorstehend angeführten Versuchen. Die Sägespäne wurden in kochende hochconcentrirte Laugen (von 42° B.) eingetragen, und zwar in dem Verhältnisse, daß auf zwei Theile Alkali ein Theil Holz verwendet wurde.

Die Versuche ergaben:

Verhältniß zwischen Kali und Natron	Temperatur in Grad C.	Ausbeute an krystallisirter Oxalsäure in Percenten vom Holzquantum
0 : 100	200—220	33·14
10 : 90	230	58·36
20 : 80	240—250	74·76
30 : 70	240—250	76·77
40 : 60	240—250	80·57
60 : 40	240 - 250	80·08
80 : 20	245	81·24
100 : 0	240—250	81·23

Aus dieser Versuchsreihe ergiebt sich: 1. Daß das zur Bildung der Oxalsäure günstigste Verhältniß zwei Theile Alkali auf ein Theil Holz ist; 2. daß die Temperatur, bei welcher die größte Menge von Oxalsäure entsteht, etwa bei 240° C. liegt und höchstens um 10° C. überschritten werden darf, endlich, daß ein Alkaligemisch, welches aus 40 Gewichtstheilen Kalihydrat und 60 Gewichtstheilen Natronhydrat besteht, die Entstehung von fast ebensoviel Oxalsäure veranlaßt, als reines Kalihydrat.

Auf Grundlage dieser Versuche ist eine große Anzahl von Patenten zur Darstellung von Oxalsäure auf Holz genommen worden, ohne daß jedoch eines derselben eine besondere Abweichung von den eben angeführten Normalsätzen zeigen würde; wenn man nach den folgenden Angaben arbeitet, wird man stets ein günstiges Resultat erhalten.

Man beginnt die Arbeit mit der Darstellung der Laugen, indem man Potasche und Soda in solchen Mengen mengt, daß nach dem Aetzendmachen der Laugen das Verhältniß zwischen Kalihydrat und Natronhydrat wie 40 : 60 steht. Das Gemisch der beiden Salze wird in der etwa achtfachen Wassermenge gelöst und durch Kochen mit gelöschtem

Kalk in einer eisernen Pfanne ätzend gemacht. Nach dem Absitzen des sich hierbei bildenden kohlensauren Kalkes läßt man die Lauge in eine andere Eisenpfanne fließen, in welcher sie bis zum specifischen Gewichte 1·3 bis 1·4 eingedampft wird.

Die Sägespäne, welche in Arbeit genommen werden sollen, müssen durch Sieben von größeren Holzstücken befreit sein und mengt man dieselben mit so viel von der Aetzlauge, daß auf einen Gewichtstheil Sägespäne zwei Gewichtstheile Alkali verwendet werden. Da es von Wesenheit ist, daß die ganze Holzmasse gleichförmig von der Lauge durchtränkt werde, wählt man die Concentration der Lauge so, daß nach gehöriger Mengung der Späne mit der Flüssigkeit letztere vollständig aufgesaugt werde und bringt die Masse sogleich in die Gefäße, in welchen das Erhitzen vorgenommen werden soll.

Nachdem die Ausbeute an Oxalsäure am reichlichsten ausfällt, wenn man die Masse in dünnen Schichten ausbreitet, so wird es zweckmäßig sein, zur Erhitzung derselben sehr flache Schalen mit etwa 2 Meter Durchmesser und 5 Centimeter hohem Rande anzuwenden, in diesen die Masse $1^1/_2$—2 Centimeter hoch auszubreiten und selbe durch ein mechanisches Rührwerk beständig umzuwenden, so daß bei jedesmaligem Umgange des Rührwerkes die Masse von der Schale abgehoben wird und wieder auf dieselbe zurückfällt.

Da es von der größten Wichtigkeit ist, die Temperatur der ganzen Masse bis auf 240° C. zu bringen, aber nicht über dieses Maß hinaus gehen zu lassen, erscheint es angezeigt, die Pfannen nicht durch freies Feuer, sondern blos durch die heißen von einer Feuerung abziehenden Gase zu erwärmen. Man kann dies dadurch erreichen, daß man eine Feuerung anlegt, welche durch Canäle mit einem niederen Raum, dessen Decke durch die Pfannen gebildet wird, in

Verbindung steht; in jedem Canale muß ein sorgfältig gearbeiteter Registerschieber angebracht sein, welcher es ermöglicht, den Zutritt der Feuergase zu reguliren oder ganz abzusperren. Bei Anwendung einer solchen zweckmäßig construirten Vorrichtung ist es mit gar keinen Schwierigkeiten verbunden, die Temperatur der Masse innerhalb der festgesetzten Grenze zu erhalten.

Die mit Lauge durchtränkten Holzspäne werden mittelst flacher Schaufeln auf die Pfannen gebracht, ausgebreitet, das Rührwerk in Gang gesetzt und gleichzeitig die Pfanne durch Oeffnen des Registerschiebers erwärmt. Anfangs verdampft nur Wasser und färbt sich die Masse immer dunkler, bis sie tiefbraun geworden ist, gleichzeitig beginnt die Entwicklung eines eigenthümlichen Geruches; bei Erreichung der Temperatur von etwa 180° C. fängt die Masse an wieder heller zu werden und nimmt eine grünlichgelbe Farbe an; man steigert nun die Temperatur nur sehr allmählich bis zu 240° C. und erhält die Masse so lange bei derselben, bis man an einer ausgehobenen Probe keine Holztheilchen mehr erkennen kann, worauf man den Registerschieber schließt, die Schmelze mit flachen Schaufeln aushebt und erkalten läßt — oder — was zweckmäßiger ist, sogleich im heißen Zustande verarbeitet.

In letzterem Falle wirft man die Schmelze in einen Kessel, in welchem sich erwärmtes Wasser befindet; die heiße Masse löst sich rasch und erwärmt die Flüssigkeit bis nahe zum Sieden; man erwärmt dann noch so lange, bis die Lösung die Concentration von 38° B. erreicht hat und läßt sie in flache Krystallirgefäße ablaufen, in welchen sich bei rascher Abkühlung der größte Theil des oxalsauren Natrons abscheidet, indeß nur sehr wenig dieses schwerlöslichen Salzes neben kohlensaurem Kali, Kali- und Natronhydrat und Humuskörpern in der Flüssigkeit gelöst bleiben.

Um die Krystalle des oxalsauren Natrons von der Mutterlauge zu befreien, bringt man sie in einen hohen Bottich, welcher einen sogenannten falschen Boden besitzt, läßt die Mutterlauge abtropfen und verdrängt den Rest derselben durch kaltes Wasser. Die Mutterlaugen werden zur Trockene verdampft, der Rückstand durch Rösten bei Luftzutritt von den Humuskörpern befreit und das hinterbleibende Gemisch aus kohlensaurem Kali und kohlensaurem Natron wieder ätzend gemacht.

Damit das an die Oxalsäure gebundene Natron unmittelbar wieder in der zur Verarbeitung neuer Holzmengen brauchbaren Form, als Natronhydrat gewonnen werde, behandelt man das oxalsaure Natron in folgender Weise: Man löst es am zweckmäßigsten in einem durch Dampf beheizten Gefäße in sehr wenig kochendem Wasser und läßt so lange dünne Kalkmilch in die heiße durch ein Rührwerk in beständiger Bewegung erhaltene Lösung fließen, bis die Zersetzung vollendet ist, d. h. bis sich unlöslicher oxalsaurer Kalk und lösliches Natronhydrat gebildet hat.

Man berechnet die Menge des anzuwendenden Kalkes nach der Menge des in Arbeit genommenen oxalsauren Natrons; da aber beide Präparate nicht völlig rein sind, so stimmt die berechnete Menge des Kalkes nicht mit der in Wirklichkeit verbrauchten überein. Es ist aber von Wichtigkeit keinen Ueberschuß an Kalk in den Niederschlag zu bringen, da man sonst bei einer späteren Operation wieder unnöthiger Weise ein größeres Quantum an Schwefelsäure anwenden müßte, als zur Zerlegung des oxalsauren Kalkes erforderlich ist. Man gebraucht daher die Vorsicht, nachdem der größte Theil des Kalkes eingetragen wurde, wiederholt Proben zu nehmen, welche man filtrirt, ansäuert und mit Chlorcalciumlösung versetzt; so lange letztere noch eine Trübung in der

Flüssigkeit hervorbringt, ist noch unzersetztes oxalsaures Natron vorhanden.

Man läßt dann die milchige Flüssigkeit aus dem Zerlegungsgefäße in ein anderes fließen, ruhen und zieht die klare Natronlauge von dem Niederschlage ab; letzterer wird mit Wasser ausgewaschen und das erste Waschwasser, welches noch viel Natronhydrat in Lösung hält, zu der Lauge gefügt, die weiteren Partien aber zum Auflösen neuer Mengen von roher Schmelzmasse verwendet. Der genügend ausgewaschene oxalsaure Kalk wird in eine mit Blei ausgeschlagene Kufe gebracht, mit Wasser zu einem Brei angerührt und mit der vorher berechneten Menge von Schwefelsäure, welch' letztere man auf 15 bis 20° B. verdünnt hat, angerührt. Die Menge der Schwefelsäure wird entsprechend der Menge des zur Zersetzung angewendeten Kalkes berechnet; wenn man auf 1 Theil des Kalkes 2 Theile Schwefelsäure nimmt, so überwiegt die Menge der Schwefelsäure jene des Kalkes und erhält man eine Lösung von Oxalsäure, in welcher freie Schwefelsäure enthalten ist. Trotzdem ist es zweckmäßig, in dieser Weise zu arbeiten, indem der Ueberschuß an Säure befördernd auf die Zersetzung des oxalsauren Natrons einwirkt und die Schwefelsäure bei einer späteren Operation wieder nutzbar gemacht wird.

Um die Zerlegung des oxalsauren Natrons zu beschleunigen, läßt man aus einem engen Bleirohre, welches bis auf den Boden des Zerlegungsgefäßes reicht, fortwährend Dampf einströmen, welcher die festen Körper beständig in der Flüssigkeit suspendirt erhält und durch die Erwärmung auch die Zerlegung beschleunigt. Nach Zusatz der Gesammtmenge der Schwefelsäure läßt man die Flüssigkeit ruhen, zieht nach dem Absitzen des Gypses die Lösung von Oxalsäure ab und wäscht den Gyps auf einem bleiernen Trichter,

der mit einem Leinentuche ausgelegt ist, mit Wasser aus und fügt das erste Waschwasser zu der Oxalsäurelösung; den Rest verwendet man an Stelle von reinem Wasser, um bei einer neuerlichen Zerlegung den oxalsauren Kalk aufzuschlämmen. Der hinterbleibende Gyps ist ein vorzügliches Düngemittel für Kleefelder, kann aber auch, da er sehr rein ist, entwässert und als sogenannter Stuccatur-Gyps verwerthet werden.

Die Lösung der Oxalsäure wird in einer flachen Bleipfanne, die auf einem Sandbade steht, welches durch freies Feuer erwärmt wird, oder zweckmäßiger durch Dampfheizung so weit concentrirt, daß sie im Sommer 15, im Winter 10° B. zeigt und bis auf gewöhnliche Temperatur abgekühlt, wobei sich der in ihr gelöste Gyps in Krystallen abscheidet. Die von dem Gyps getrennte Flüssigkeit wird dann weiter bis auf 30° B. eingedampft und in bleiernen flachen Gefäßen zur Krystallisation angestellt.

Die Mutterlauge, welche von den Krystallen getrennt wurde, enthält neben Oxalsäure noch die überschüssige Schwefelsäure; man bestimmt ihren Schwefelsäuregehalt und fügt sie bei einer nächsten Zerlegung von oxalsaurem Natron wieder zu — vermindert aber dann auch die Menge der anzuwendenden Schwefelsäure in entsprechender Weise.

Die Oxalsäurekrystalle werden mit kaltem Wasser abgespült, um die anhängende Mutterlauge zu beseitigen und dann durch Auflösen in kochendem Wasser und rasches Erkaltenlassen der Lösung — damit sie nur kleine Krystalle bilde — gereinigt und ist das so erhaltene Präparat für alle technischen Zwecke rein genug, indem es neben sehr geringen Mengen von Schwefelsäure nur noch eine ebenfalls sehr kleine Menge von oxalsaurem Natron oder Kali enthält.

XII. Die Fabrikation von Spiritus (Aethylalkohol) aus Holz.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, daß sich viele der sogenannten Kohlehydrate durch Einwirkung verschiedener Körper in gährungsfähigen Zucker umwandeln lassen, welcher dann weiter durch die „geistige Gährung" in Alkohol übergeführt werden kann. Besonders leicht ist diese Umsetzung an dem Stärkemehl zu bewirken, welches schon durch die Einwirkung von Wasser bei Temperaturen, die über 100° C. liegen, sonach unter Druck zum großen Theile in Zucker umgewandelt wird. Die Entstehung von Zucker aus Stärkemehl geht jedoch am leichtesten durch die Einwirkung der Diastase vor sich, das ist eines Fermentes, welches sich im keimenden Getreide (Malz) ausbildet, und wird thatsächlich in den Gährungsgewerben der zu vergährende Zucker durch Einwirkung von Diastase auf Stärkemehl dargestellt (Bierbrauerei, Branntweinbrennerei).

In ähnlicher Weise wie die Diastase wirken stark verdünnte Säuren auf das Stärkemehl ein — es bedarf jedoch eines sehr lang andauernden Kochens des Stärkemehles mit der Säure, um es in Zucker überzuführen; ein Theil des Stärkemehles wird hierbei zuerst nur in Dextrin, ein Zwischenproduct von gummiartiger Beschaffenheit, übergeführt, welches dann sehr langsam in Zucker übergeht. Der sogenannte Stärkezucker, Traubenzucker oder Kartoffelzucker des Handels, wird in der angegebenen Weise bereitet; derselbe enthält selten über 70 Percent an Zucker, der Rest besteht aus verschiedenen Umsetzungsproducten des Stärkemehles, welche nicht Zucker, daher auch nicht fähig sind, in Alkoholgährung überzugehen.

Nachdem die Cellulose, der Hauptbestandtheil des Holzes, ebenfalls in die Gruppe der Kohlehydrate gehört, war es sehr nahe liegend, die Umwandlung derselben in Zucker zu versuchen. Ihrer Zusammensetzung nach ist die Cellulose identisch mit dem Stärkemehl und handelt es sich in beiden Fällen blos um die Aufnahme von einem Molekül Wasser, um Stärke oder Cellulose in gährungsfähigen Zucker überzuführen.

$$C_6 H_{10} O_5 + H_2 O = C_6 H_{12} O_6$$

Stärke oder Cellulose + Wasser = Zucker (Dextrose).

Während aber bei der Stärke diese Wasseraufnahme schon durch Erhitzen mit Wasser unter höherem Druck, eventuell durch Einwirkung des Fermentes Diastase stattfindet, verhält sich Holz, respective reine Cellulose, gegen beide Factoren vollkommen indifferent und bleibt das einzige Mittel, die Cellulose, wirklich in Zucker umzuwandeln, in der Anwendung von verdünnten Säuren in höherer Temperatur. Wie oben angedeutet, erfordert aber schon die Anwendung der Säuren auf das leicht veränderliche Stärkemehl ein sehr lange andauerndes Kochen, um die Umsetzung herbeizuführen — bei Verarbeitung von Cellulose steigern sich die Schwierigkeiten, welche sich der Umwandlung entgegenstellen, in sehr bedeutendem Maße und sind bei der Verwendung von Holz noch größer, indem es sich in diesem Falle auch noch darum handelt, die sogenannte „incrustirende Substanz" in Lösung zu bringen, ehe die Einwirkung der Säure auf die Cellulose beginnen kann.

Obwohl es schon, wie aus den nachstehend angeführten Versuchen unzweifelhaft hervorgeht, gelungen ist, diese Schwierigkeiten, wenigstens theilweise, zu überwinden und thatsächlich schon Spiritus aus Cellulose, respective aus Holz, dargestellt wurde, kann man die Aufgabe: Spiritus aus Holz im Großen

darzustellen, gegenwärtig als noch nicht gelöst betrachten. Daß auch diese Aufgabe gelöst werde und ihre Lösung nur mehr eine Frage der Zeit ist, gilt als ziemlich sicher, und wird hierdurch eine gewaltige Umwandlung in den landwirthschaftlichen Verhältnissen jener Länder, welche gegenwärtig große Mengen von Spiritus aus Kartoffeln oder Getreide darstellen, herbeigeführt werden.

Nachdem wir in den vorstehenden Zeilen die wirkliche Sachlage der in neuester Zeit wieder vielfach besprochenen Darstellung von Spiritus aus Holz kurz auseinandergesetzt haben, wollen wir die verschiedenen hierfür in Vorschlag gebrachten Methoden beschreiben.

Das älteste in dieser Richtung bekannt gewordene Verfahren der Spiritusdarstellung ist das von Braconnot angegebene und gründet sich dasselbe auf folgende Thatsache: Bringt man völlig trockene Cellulose oder Holz im Zustande feiner Vertheilung mit concentrirter Schwefelsäure zusammen, wobei man Erhitzung vermeidet, so verwandelt sich das Holz in einen Brei, welcher nach einigen Stunden mit Wasser verdünnt und zum Sieden erhitzt wird. Nachdem man die Säure durch Zusatz von Kalk neutralisirt hat, kann die Flüssigkeit in Gährung versetzt werden und gewinnt man aus der vergohrenen Flüssigkeit durch Destillation gewöhnlichen Alkohol.

Bei Versuchen im Kleinen erhielt man aus reiner Cellulose (alter Leinwand) etwa weniger als die Hälfte an Spiritus, welche man der Rechnung nach erzielen könnte; wenn man Holz, auch im Zustande sehr feiner Vertheilung, als Mehl anwendet, so ist die Ausbeute noch weit kleiner. Letzterer Umstand würde übrigens nicht in's Gewicht fallen, indem das Holz ein geringwerthiges Rohrmateriale ist, es sind andere Uebelstände, welche sich der Durchführung dieses

Verfahrens im Großen entgegenstellen und liegen diese hauptsächlich in dem hohen Preise der Schwefelsäure; man benöthigt dem Gewichte nach ebensoviel Schwefelsäure als Holz, außerdem noch ein der Schwefelsäure entsprechendes Quantum an Kalk zur Neutralisation, die Gestehungskosten des Holzspiritus werden hierdurch sehr große.

Aber auch hiervon ganz abgesehen, ist dieses Verfahren im Großen kaum durchführbar, indem das vollkommene Trockensein des Holzes, welches eine wesentliche Bedingung des Gelingens ist, nicht leicht zu erzielen ist; enthält das Holz auch nur etwas Feuchtigkeit, so erwärmt sich der aus dem Holze und der Schwefelsäure entstehende Brei so stark, daß der sich bildende Zucker sogleich verkohlt wird. Aber auch bei Anwendung von ganz trockenem Holze läßt sich das übermäßige Steigen der Wärme nur hintanhalten, wenn man mit sehr kleinen Mengen arbeitet — bei der Verarbeitung von Hunderten von Kilogrammen auf einmal, wie dies in der Praxis geschehen müßte, wäre die Erhitzung unvermeidlich.

Durch lang andauerndes Kochen von Holz mit verdünnten Mineralsäuren, kann ein Theil der Cellulose in Zucker übergeführt werden und hat man dieses Verfahren in mehrfacher Weise modificirt und in großem Maßstabe angewendet; eine große Zahl von Patenten ist in dieser Richtung genommen worden, ohne daß jedoch bis nun eine Fabrik bleibend Spiritus aus Holz dargestellt hätte.

Nach dem Verfahren von Zetterlund wurden Sägespäne unter schwachem Druck stundenlang mit Salzsäure gekocht, die Flüssigkeit neutralisirt und in gewöhnlicher Weise zur Vergährung gebracht. Es wurden die Sägespäne mit 8 Percent ihres Gewichtes an Salzsäure unter einem Druck von 0·16 Kilogramm per Quadratcentimeter gekocht; nach 8 Stunden enthielt die Flüssigkeit 3·33 Percent Zucker (Dextrose),

nach 11 Stunden 4·38 Percent, und entsprach letztere Menge 19·67 Percent vom Gewichte der angewendeten Sägespäne. Die aus 9 Centnern erhaltene Flüssigkeit wurde nach der Neutralisation mit der aus 20 Pfund bereiteten Hefe in Gährung versetzt und ergab 3477 Literpercent an Alkohol.

Payen führte seine Versuche über Alkoholgewinnung aus Holz in der Weise aus, daß er Scheiben von Fichtenholz mit 1 Centimeter Stärke mit Salzsäure kochte, die Flüssigkeit neutralisirte und vergähren ließ. Es wurden 500 Gramm des Holzes mit 2 Liter 10percentiger Salzsäure durch 10 Stunden gekocht und enthielt dann die Flüssigkeit 105·6 Gramm Dextrose = 21·1 Percent vom Gewichte des trockenen Holzes.

In gleicher Weise arbeiteten Bachet und Machard, welche das zu Scheiben zerschnittene Holz mit verdünnter Salzsäure kochen, die Zuckerlösung vergähren lassen und den nach der Behandlung des Holzes mit Salzsäure hinterbleibenden Rückstand zur Fabrikation von Holzstoff „Cellulose" verwenden.

Die Neutralisation der Flüssigkeit soll durch Zusatz von kohlensaurem Kalk erfolgen und entsteht in diesem Falle Chlorcalcium, welches in der Flüssigkeit gelöst bleibt und angeblich keinen störenden Einfluß auf die Vergährung nimmt. Mit Rücksicht auf die sehr große Empfindlichkeit der Hefepflanze gegen Salze, erscheint es von vorneherein kaum glaublich, daß die Gegenwart einer so bedeutenden Menge von Chlorcalcium in der Flüssigkeit keine nachtheilige Wirkung auf die Vergährung äußere. In der That bewiesen die vom Verfasser dieses Werkes angestellten Versuche die Richtigkeit dieser Annahme, indem es in keinem Falle gelang, den in der neutralisirten Flüssigkeit vorhandenen Zucker vollständig zu vergähren. Nachdem die Chloride aller Metalle, deren

Verbindungen im Großen zur Neutralisation der freien Säure angewendet werden könnten, in Wasser leicht löslich sind, so stellt sich hierdurch der Anwendung von Salzsäure zum Zwecke der Ueberführung in gährungsfähigen Zucker ein sehr großes, nach der gegenwärtigen Sachlage kaum zu überwältigendes Hinderniß entgegen.

Um dem nachtheiligen Einflusse, welchen die Gegenwart des Chlorcalciums auf die Vergährung ausübt, auszuweichen, hat man den Versuch gemacht, die Salzsäure durch Schwefelsäure zu ersetzen und erhält dann eine Zuckerlösung, in welcher die vorhandene Schwefelsäure durch Zusatz von Kalk in Gyps übergeführt wird, der sich seiner geringen Löslichkeit wegen fast vollständig aus der Flüssigkeit abscheidet; die kleine Menge von Gyps, welche in Lösung bleibt, nimmt keinen merklichen Einfluß auf den Verlauf der Gährung.

Man wendet zur Umwandlung der Holzfaser in Zucker eine Flüssigkeit an, deren Schwefelsäuregehalt 1—$1^1/_2$ Percent beträgt und kocht das in sehr feine Späne verwandelte Holz unter Anwendung sehr hohen Druckes in kupfernen Gefäßen durch zehn Stunden, neutralisirt die Flüssigkeit mit Kalk und erzielt schließlich eine Flüssigkeit, welche dunkelbernsteingelb gefärbt ist und durch Zusatz von Hefe zur Vergährung gebracht werden kann.

Der Rückstand in den Kochgefäßen erscheint als eine braune Masse, welche ähnlich wie Schnupftabak aussieht; bringt man Theilchen dieses Rückstandes unter das Mikroskop, so bemerkt man deutlich, daß sie aus unveränderter Holzmasse bestehen, auf deren Oberfläche dunkelgefärbte Stoffe — Humuskörper, abgelagert sind. Die nach diesem Verfahren erzielten Ausbeuten an Alkohol sollen übrigens sehr große sein und soll man aus einem Metercentner Holzspänen 9 Liter Spiritus gewinnen können. (?)

Die Hauptschwierigkeiten, welche der Durchführung dieses Verfahrens im Großen entgegenstehen, scheinen darin zu liegen, daß man sehr bedeutender Kraft und complicirter Maschinen bedarf, um große Holzmengen so weit zu zerkleinern, als dies nothwendig erscheint, um eine genügend große Ausbeute an Spiritus zu erhalten, und ist auch die Ausführung des Apparates mit vielen Schwierigkeiten verbunden, indem es sich darum handelt, die Apparate, welche wegen des bedeutenden Volumens, das von dem Holzmehle beansprucht wird, sehr groß gemacht werden müssen, in der Weise herzustellen, daß sie dem hohen Drucke und der zerstörenden Einwirkung der saueren Flüssigkeit Widerstand zu bieten vermögen. Endlich ist noch zu erwähnen, daß die Zuckerlösungen, welche man nach diesem Verfahren erhält, nur schwierig zur vollständigen Vergährung zu bringen sind, was wohl seinen Grund in der Gegenwart von Stoffen hat, welche durch die Einwirkung der Schwefelsäure auf das Holz entstehen und gährungshemmende Eigenschaften besitzen.

Nach der gegenwärtigen Sachlage kann man die Frage: ob es überhaupt möglich sei, aus dem Holze Alkohol darzustellen, im bejahenden Sinne beantworten; was aber die verschiedenen, hierfür in Anwendung gebrachten Verfahren betrifft, muß man behaupten, daß noch keines derselben so vervollkommnet ist, daß es sich mit Nutzen zur Grundlage eines Fabriksbetriebes machen ließe. Die verhältnißmäßig günstigen Resultate, welche in dieser Richtung vorliegen, sind das Ergebniß von Versuchen, welche in kleinerem Maßstabe ausgeführt wurden; ob sich beim Großbetriebe ähnliche Resultate ergeben, muß zur Zeit noch als dahingestellt betrachtet werden.

Wie schon oben erwähnt wurde, scheint die Auffindung des im Großen anwendbaren Verfahrens zur

Darſtellung von Alkohol aus Holz nur eine Frage der Zeit zu ſein; einmal aufgefunden, wird es bald die Darſtellung von Alkohol aus ſtärkemehlhaltigen Materialien, wenigſtens ſo weit es ſich um die Fabrikation von Alkohol für induſtrielle Zwecke handelt, vollſtändig verdrängen, indem das Holz immer nur einen Bruchtheil des Preiſes koſtet, welchen man für die gleiche Gewichtsmenge an Stärkemehl zahlen muß.

XIII. Die Fabrikation von Celluloſe aus Holz.

Das Papier beſteht bekanntlich aus ſehr reiner Celluloſe und wendete man vormals ausſchließlich Leinenlumpen zur Darſtellung desſelben an, indem in dieſen die Celluloſe in ſehr reiner Form vorhanden iſt. Mit dem immerfort ſteigenden Verbrauch an Papier nahm der Preis der Leinwandlumpen fortwährend zu und wäre es überhaupt nicht mehr möglich geweſen, den Papierbedarf ausſchließlich durch die nur in beſchränktem Maße zu Gebote ſtehenden Leinenlumpen zu decken. Es war daher begreiflicherweiſe das Streben der Chemiker darauf gerichtet, die in großen Mengen zur Verfügung ſtehende Celluloſe, welche nicht gerade von der Leinenfaſer abſtammt, in ſolche Form zu bringen, daß ſie für die Zwecke der Papier-Fabrikation geeignet erſcheint.

Der Holzſtoff.

Nachdem man ſehr verſchiedene Pflanzenſtoffe, namentlich Stroh, mit mehr weniger günſtigem Erfolg in eine Maſſe verwandelt hatte, welche zur Papierbereitung tauglich erſchien, mußte ſich das Augenmerk der Chemiker auch dem Holze zuwenden, welches ja Celluloſe in größter Menge enthält; nach dem wahrſcheinlich zuerſt von Völter angewendeten

Verfahren wird das Holz einfach durch mechanische Kraft, durch Andrücken an einen schnell rotirenden Schleifstein in feine Fasern zerrissen, diese durch Schlämmen und Mahlen von den gröberen Bestandtheilen befreit und in Pressen entwässert.

Man erhält nach diesem Verfahren nichts weiter als stark zerfasertes Holz, die einzelnen Gefäßbündel sind von incrustirender Materie oder Lignin umgeben und ist infolge dessen der sogenannte „Holzstoff" nur als Beimischung zu Papierstoff, welcher aus reiner Cellulose besteht, anwendbar oder für sich allein zur Darstellung von ordinären Papieren brauchbar.

Wenn man Holz der Einwirkung von gespanntem Wasserdampf aussetzt, so wird es, nachdem der Dampf einige Zeit gewirkt hat, sehr biegsam (auf dieses Verhalten gründet sich die Fabrikation von Möbeln aus gebogenem Holze) und äußert sich nach länger andauernder Einwirkung des Dampfes die lösende Kraft des letzteren in bedeutender Weise: das Holz giebt an das Wasser einen großen Theil der in ihm enthaltenen Extractivstoffe ab und wird der Zusammenhang der Gefäßbündel stark gelockert, so daß sich gedämpftes Holz leichter schleifen läßt als ungedämpftes und auch Fasern von etwas größerer Länge ergiebt als dieses, so daß man aus Holzstoff, welcher nach diesem Verfahren dargestellt wurde, sogleich braunes Pack- und Tapetenpapier und Pappen anfertigen kann.

Ein Umstand, welcher der Anwendung des Holzstoffes zur Darstellung besserer Papiersorten ganz besonders im Wege steht, liegt in der Unmöglichkeit, den Holzstoff derart zu bleichen, daß er völlig weißes Papier liefert. Chlor, bekanntlich das kräftigst wirkende unter allen Bleichmitteln, ertheilt dem Holzstoff mancher Hölzer eine in's Röthliche

neigende Färbung, ohne jedoch die eigenthümlich bräunliche Färbung der Holzmasse ganz verschwinden zu machen.

Nachdem man zu der Einsicht gelangt war, daß die Gegenwart der incrustirenden Substanz die Ursache der beschränkten Verwendbarkeit des Holzstoffes in der Papier-Fabrikation sei, warfen sich die Bestrebungen der Chemiker darauf, Verfahren aufzufinden, nach welchen es möglich ist, die Cellulose der Holzfaser von der incrustirenden Substanz zu befreien und sie hierdurch zu einem Materiale zu machen, welches für die Papier-Fabrikation ebenso brauchbar ist, wie die in der Leinenfaser gebotene Cellulose.

Nachdem jedes Holz Cellulose und incrustirende Substanz enthält, könnte man auch jede Holzgattung zur Darstellung von Cellulose verwenden; thatsächlich kommen aber bis nun nur einige wenige Baumarten zur Fabrikation von Cellulose in Anwendung, und zwar solche, welche ein weißes, nicht sehr festes Holz haben, dessen Gefäßbündel regelmäßig liegen, daher leicht von einander getrennt werden können und lange Fasern ergeben. Je länger diese einzelnen Fasern sind, desto flockiger und weicher erscheint die Cellulose und ein desto festeres Papier läßt sich aus derselben darstellen.

Unter den in Europa in großen Beständen vorkommenden Holzarten erfüllen die Nadelhölzer die vorstehend angegebenen Bedingungen am besten, und dürfte sich auch das lockere Holz der Erlen und Pappeln zur Darstellung von Cellulose verwenden lassen; in Amerika werden große Mengen von Cellulose aus dem weißen weichen Holze des (auch bei uns in Gärten gepflanzten) Tulpenbaumes (Lyriodendron tulipifera) dargestellt.

Die Versuche aus den bei uns heimischen Laubhölzern, namentlich aus Buchenholz, Cellulose darzustellen, fallen nicht besonders günstig aus; diese Hölzer ergeben eine kurzfaserige,

daher wenig werthvolle Celluloſe, deren Bleichung viele Mühe verurſacht und iſt auch die Ausbeute in quantitativer Beziehung eine viel geringere als aus Nadelholz. Gegenwärtig iſt das Verfahren der Darſtellung von Celluloſe auf chemiſchem Wege kaum 20 Jahre in Ausübung (die erſten Fabriken dieſer Art wurden in Amerika 1864 in der Nähe von Philadelphia, 1870 in Europa in Schweden errichtet) und ſind ſeitdem an dem urſprünglich in Anwendung ſtehenden Verfahren ſo weſentliche Verbeſſerungen eingeführt worden, daß man auch hoffen kann, es werde möglich ſein, das Verfahren in ſolcher Weiſe abzuändern, daß es mit Vortheil auf die harten Laubhölzer unſerer Wälder anwendbar iſt.

Die Darſtellung von Celluloſe mittelſt Säuren.

Die Zerſtörung, reſpective Auflöſung der incruſtirenden Subſtanz des Holzes, läßt ſich ohne Schwierigkeiten in kleinem Maßſtabe ſowohl unter Anwendung von Mineralſäuren als von ätzenden Alkalien ausführen, bleibend ſcheint ſich im fabriksmäßigen Betriebe nur das Verfahren zu erhalten, bei welchem ätzende Alkalien angewendet werden, indem es möglich iſt, mit derſelben Alkalimenge ſo lange fortzuarbeiten, bis ſie durch die bei jeder Fabrikation unvermeidlichen Verluſte allmählich verſchwindet; man hat daher eigentlich nur dieſen Verluſt durch Nachſchaffung von Alkali zu decken, während bei jenen Verfahren, die auf der Anwendung von Säuren beruhen, die Säure faſt nur zu einer einzigen Operation verwendbar iſt. So liefert z. B. die Behandlung von Holz mit Salpeterſäure eine ſehr ſchöne Celluloſe, das Verfahren mußte aber aufgegeben werden, indem es zu koſtſpielig war, trotzdem ein Theil der Salpeterſäure wieder gewonnen wurde; ein weiterer Grund, welcher gegen dasſelbe ſpricht, iſt auch

die große Geſundheitsſchädlichkeit einer Luft, welche gewiſſe Mengen von Salpeterſäure enthält. In noch höherem Maße gilt dies von jenem Verfahren, nach welchem die Behandlung des Holzes mit einer Miſchung aus Salpeter und Salzſäure (Königswaſſer) vorgenommen wird. Das Königswaſſer giebt Dämpfe von Chlorunterſalpeterſäure aus, welche die Athmungswerkzeuge auf das Heftigſte angreifen; die Behandlung des Holzes kann überdies nicht in Metallgefäßen, ſondern nur in Steinzeug- oder Glasgefäßen erfolgen, und iſt es nicht möglich, derartige Gefäße in jenen Dimenſionen herzuſtellen, wie ſelbe in einer Celluloſefabrik erforderlich ſind.

Das einzige auch im großen Maßſtabe anwendbare Verfahren zur Darſtellung von Celluloſe mit Säuren iſt jenes, bei welchem die Auflöſung der incruſtirenden Subſtanz durch Salzſäure erfolgt. Nach dieſem von Bachet und Machard angegebenen Verfahren werden 2000 Kilogramm Tannenholz, welches in Scheiben von 1 Centimeter Dicke geſchnitten wurde, mit einer Miſchung von 800 Kilogramm roher Salzſäure mit 8000 Liter Waſſer in Bottichen durch einſtrömenden Dampf während 10 Stunden gekocht.

Durch die Einwirkung der Säure wird nicht nur die incruſtirende Subſtanz des Holzes, zum Theile wenigſtens, aufgelöſt, ſondern auch ein Theil der Celluloſe in gährungsfähigen Zucker verwandelt; die von der Holzmaſſe getrennte Brühe kann, nachdem ſie mit Kalk neutraliſirt wurde, in geiſtige Gährung verſetzt werden (Seite 248) und bildet der gewiſſermaßen als Nebenproduct gewonnene Alkohol einen ſehr bedeutenden Theil des Reinerträgniſſes der Fabrikation. Die gekochte Maſſe wird zur vollſtändigen Entfernung der Säure wiederholt mit Waſſer behandelt, ſodann zwiſchen Mühlſteinen zerquetſcht und die Celluloſefaſern durch Bearbeitung

der Masse in einem sogenannten Holländer vollständig von einander getrennt.

Die rohe Cellulose enthält noch die Farbstoffe des Holzes, unterscheidet sich aber von dem durch Schleifen dargestellten Holzstoffe sehr wesentlich durch die Eigenschaft, sich leicht durch Behandlung mit Chlor bleichen zu lassen und kann man die Holzcellulose nach der Bleichung zur Darstellung von weißen Papieren benützen. Die Substanzverluste, welche man bei Anwendung dieses Verfahrens erleidet, scheinen sehr bedeutende zu sein, denn nach den Berechnungen, welche man über die Leistung einer Fabrik zu Bex in der Schweiz angestellt hat, ergiebt sich nur wenig mehr als ein Achtel vom Gewichte des ursprünglich angewendeten Holzes an gebleichter Cellulose. Es lieferte nämlich im Durchschnitte 1 Cubikmeter Weißtannenholz = 585 Kilogramm, bei der Zerkleinerung 438 Kilogramm Scheiben, 33 Kilogramm Sägespäne, 36 Kilogramm Rinde und 18 Kilogramm Abfälle; die 438 Kilogramm Scheiben ergeben 100 Kilogramm ungebleichte und 70 Kilogramm gebleichte Cellulose.

Die Darstellung von Cellulose mittelst Aetznatron.

Wenn man Holz mit ätzenden Alkalien behandelt, so erfolgt die vollständige Auflösung der incrustirenden Substanz und Verseifung der vorhandenen Harze, und man hat dann nichts weiter zu thun, als das Alkali auszuwaschen, um sofort Cellulose vor sich zu haben. Vergleicht man diese rohe Cellulose unter dem Mikroskope mit jener, welche durch Einwirkung von Salzsäure auf Holz gewonnen wurde, so erkennt man sofort den Unterschied in der Wirkung beider Stoffe durch das Aussehen der Proben.

Die mit Salzsäure dargestellte Masse ist gewissermaßen noch Holz, nur ist die incrustirende Substanz so weit verändert,

daß sie die Gefäßbündel nicht mehr sehr fest zusammenhält; die nachfolgende Bleichung mit Chlor und die mechanische Bearbeitung im Holländer genügt, um die Fasern von einander zu trennen. An der mit Natronlauge behandelten Masse erkennt man die einzelnen Fasern von Cellulose sofort, die incrustirende Substanz ist völlig verschwunden, infolge dessen auch die nachfolgende Bleichung und Bearbeitung der Masse im Holländer von kürzerer Dauer und nicht mit so großen Substanzverlusten verbunden, als bei der mittelst der Säuren dargestellten Cellulose.

Das Hauptmoment, welches aber der Cellulosefabrikation mittelst Aetznatron allgemein Eingang verschaffte, war wie erwähnt, die Möglichkeit, das Aetznatron immer vom neuen zu verwenden, so daß sich die Materialkosten der Fabrik blos auf die Beschaffung des in Cellulose umzuwandelnden und zur Beheizung bestimmten Holzes, Nachschaffung des während der Fabrikation verloren gehenden Natrons und der zur Umwandlung des kohlensauren Natrons in Aetznatron nöthigen Kalkmenge beschränken.

Die Arbeiten, welche bei der Fabrikation von Cellulose mit Aetznatron ausgeführt werden müssen, zerfallen in die folgenden Haupt-Operationen:

1. Zerkleinerung des Holzes durch mechanische Kraft.
2. Kochen der Holzstücke mit Aetznatron unter hohem Drucke.
3. Auslaugung der Rohcellulose mit Wasser.
4. Regeneration der von der Rohcellulose getrennten Laugen zu Aetznatron.

Die Zerkleinerung des Holzes wird unter Anwendung verschieden construirter Apparate vorgenommen und handelt es sich eigentlich nur darum, das Holz in kleine Klötzchen, nicht in feine Späne zu verwandeln — letztere wären für diese

Art der Fabrikation ganz unbrauchbar, indem ſie die Circulation der Natronlauge in dem Kochgefäße hindern würden. Als zweckentſprechendſte Dimenſionen für die Holzſtücke hat man eine Länge von etwa 20 Millimeter, eine Breite von 10 Millimeter und eine Dicke von 5 bis 8 Millimeter gefunden.

Zur Darſtellung der Holzſtückchen ſind zwei Maſchinen erforderlich: die eine derſelben beſteht aus einer ſehr raſch rotirenden Vorrichtung, welche ſenkrecht auf die Längsaxe des Holzſtammes Scheiben von demſelben abtrennt, die von einer zweiten Maſchine, aus gerieften Walzen beſtehend, zerriſſen werden. Die Behandlung des Holzes mit Natronlauge muß in höherer Temperatur erfolgen und wird dieſe Behandlung gewöhnlich unter hohem Druck vorgenommen, um die Holzmaſſe in all' ihren Theilen mit Natronlauge zu durchtränken. Die Höhe des hierbei angewendeten Druckes iſt übrigens eine ſehr wechſelnde und ſchwankt zwiſchen 6 und 14 Atmoſphären.

Es läßt ſich nicht verkennen, daß die Anwendung eines ſo hohen Druckes eine ſehr bedeutende Schattenſeite des ganzen Verfahrens bildet, welche ſich aber wohl beſeitigen laſſen wird. Wenn man Holz in Form ſehr dünner Hobelſpäne mit Natronlauge kocht, ſo erfolgt die Löſung der incruſtirenden Subſtanz ſchon bei gewöhnlichem Druck; in der Praxis kann man aber nicht mit Hobel- oder Sägeſpänen arbeiten, indem dieſe einerſeits zu voluminös ſind, anderſeits, wie erwähnt, die Circulation der Flüſſigkeit in dem Kochgefäße unmöglich machen würden. Es muß daher nach Mitteln geſucht werden, durch deren Hilfe es möglich erſcheint, auch Holzſtücke von 5 bis 8 Millimeter Dicke ohne Anwendung eines hohen Druckes mit Natronlauge zu imprägniren.

Das Verfahren von Keegan iſt ein ſolches, welches auf die Erreichung dieſes Zweckes abzielt; das Holz wird in einem allſeitig geſchloſſenen Behälter durch einen Druck von $3^1/_2$ Atmoſphären mit Natronlauge imprägnirt, die überſchüſſige Lauge abgelaſſen und der Inhalt des Behälters durch Dampf auf die Temperatur von 150° C. gebracht, worauf die zerreiblich gewordene Maſſe durch Auslaugen von dem ihm anhaftenden Natron befreit und als Celluloſe verarbeitet wird.

Noch zweckmäßiger erſcheint es uns, das Gefäß durch Auspumpen luftleer zu machen und dann die Imprägnirung des Holzes mit Natronlauge vorzunehmen; jedenfalls müßte die Durchtränkung des Holzes mit der Lauge ſchneller und vollſtändiger vor ſich gehen, als bei der Behandlung von Holz, deſſen Hohlräume mit Luft erfüllt ſind, unter einem Druck von $3^1/_2$ Atmoſphären.

Die Darſtellung der Natronlauge.

Das Natron, welches zur Aufſchließung des Holzes verwendet wird, macht der Theorie nach einen beſtändigen Kreislauf in der Fabrik: die Aetznatronlauge nimmt durch das Kochen mit Holz aus dieſem eine große Menge organiſcher Subſtanz auf und geht zum größten Theile in kohlenſaures Natron über; dieſe ausgenützten Laugen werden vereint mit den Waſchwäſſern, welche beim Waſchen der Celluloſe gewonnen werden, zur Trockene verdampft und der Rückſtand unter Luftzutritt zum Glühen erhitzt, wobei die organiſchen Subſtanzen verbrannt werden und mit fein vertheilter Kohle gemengte Soda zurückbleibt, welche wieder in Aetznatron verwandelt und zur Aufſchließung neuer Holzmengen verwendet wird.

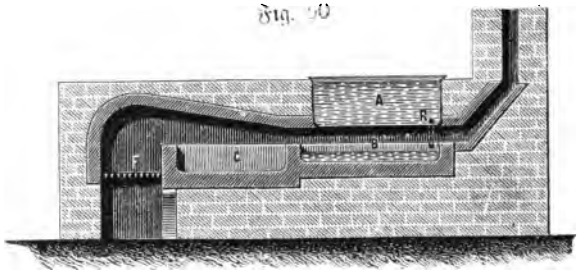
dieser Pfanne Wellen mit Flügeln angebracht, die bei ihrer Umdrehung Theile der Flüssigkeit emporheben und fallen lassen, was offenbar auf die Verdampfung einen günstigen Einfluß nimmt. Um die Verdampfung noch mehr zu beschleunigen, haben einige Constructeure die Einrichtung getroffen, die Flügelwellen so rasch umlaufen zu lassen, daß die Flüssigkeit in dem Verdampfungsraume zerstäubt wird. Letzteres ist aber aus dem Grunde unzweckmäßig zu nennen, weil durch den starken Luftzug, welcher in einem derartigen Ofen herrschen muß, eine bedeutende Menge der kleinen Flüssigkeitströpfchen in den Schornstein gerissen wird und verloren geht.

Die auf den Calcinirherd gebrachte Masse schäumt anfänglich sehr stark, indem sie Wasser entläßt, wird dann fest und entzündet sich schließlich. Da hierbei so viel Wärme frei wird, daß die Soda theilweise schmelzen, die organische Substanz umhüllen und am Verbrennen hindern würde, ist es nothwendig, im Augenblicke des Entzündens das Feuer in F sehr zu mäßigen. Zu empfehlen wäre es aber, durch ein über der Feuerung liegendes Rohr einen Luftstrom auf die in C befindliche Masse treten zu lassen, um die Verbrennung so lang als möglich zu unterhalten, ohne daß Schmelzung stattfindet. Man kann den Proceß als beendet betrachten, wenn ein aus dem Ofen genommenes Stück der Masse keine unangenehm riechenden Dämpfe mehr entwickelt. Bei richtig geleiteter Arbeit hinterbleibt die Soda in Form einer, je nach der Menge der ihr beigemengt gewesenen organischen Substanz, grauen bis schwärzlichen Masse von bröcklicher Beschaffenheit; wenn man sie in Wasser löst, so bildet sich eine dunkle Flüssigkeit, welche sich aber durch Abruhen unter Abscheidung eines zarten, aus Kohle bestehenden Pulvers vollkommen klärt.

Die Wiedergewinnung der Soda.

Die Wiedergewinnung der Soda aus den gebrauchten Laugen erfolgt durch Eindampfen derſelben bis zur Bildung einer halbfeſten Maſſe und Ausglühen der letzteren in einem Ofen, deſſen Einrichtung aus Fig. 50 erſichtlich wird. Die Pfanne A wird beſtändig mit Lauge gefüllt erhalten, ſie wird durch die von der Feuerung F gelieferten Feuergaſe, welche unten hinſtreichen, erwärmt, und kann der Inhalt dieſer Pfanne durch das Rohr R in die eigentliche Verdampfungspfanne B abgelaſſen werden; die Flammen ziehen über dieſe Pfanne, ſowie über die nebenſtehende Calcinirpfanne C weg.

Fig. 50

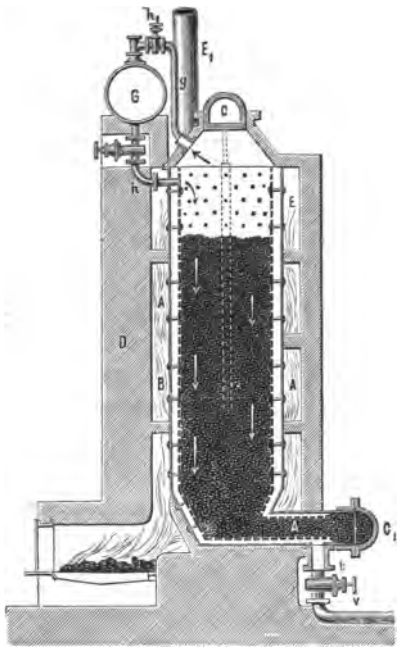


Wenn der Inhalt von B ſo weit eingedampft iſt, daß er anfängt, bröcklich zu werden, bringt man ihn nach C und ſucht durch beſtändiges Rühren mit eiſernen Stangen das Zuſammenbacken der Theile zu verhindern. Da in dem Raume B die Verbrennung der organiſchen Subſtanz, mit welcher die Soda gemengt iſt, vor ſich gehen ſoll, muß man dafür Sorge tragen, der Feuerung ſo viel Luft zuzuführen, daß ſich in den über C hinſtreichenden Feuergaſen noch unverbrannter Sauerſtoff befindet.

Damit die Verdampfung der Flüſſigkeit in der Pfanne B, welche nur durch die über ſie hinſtreichenden Feuergaſe erwärmt wird, nicht zu langſam vor ſich gehe, hat man in

jenen der liegenden übereinſtimmt; das Beſchicken des Kochers erfolgt durch ein oben angebrachtes Mannloch, das Entleeren durch den Druck des Dampfes, indem man die gekochte Maſſe durch eine an der tiefſten Stelle des Kochers angebrachte Oeffnung ausſtoßen läßt. Als Beiſpiel eines ſolchen verticalen Kochers führen wir den Sinclair'ſchen, Fig. 51, an.

Fig. 51.



Derſelbe beſteht aus einem Cylinder A, welcher an beiden Enden kegelförmig zuläuft, oben ein Mannloch C zum Eintragen des Holzes, unten einen horizontalen Anſatz C_1, zum Ausſtoß der gekochten Holzmaſſe nebſt Abflußrohr b für die Lauge beſitzt. In dieſem ſehr dickwandigen Keſſel — das Kochen wird bei 14 Atmoſphären Druck ausgeführt — befindet ſich ein gleichgeſtaltetes, aber um einige Centimeter kleineres Gefäß aus dünnem Bleche, welches zur Aufnahme des Holzes dient; der Raum zwiſchen beiden Keſſeln iſt beſtimmt, die freie Circulation der Lauge zu geſtatten. (Dieſe Circulation wird ſich aber wohl nur am Umfange der Holzmaſſe geltend machen können, ohne daß in den mehr in der Mitte des Cylinders liegenden Holzpartien ein oftmaliger Wechſel der

Lauge ſtattfindet.) Um während des Kochens Lauge in den Kocher nachfließen laſſen zu können, iſt neben dem Kocher der Behälter G angebracht, von deſſen Boden ein Rohr h zum Kocher führt, indeß ein zweites Rohr g die Wölbungen des Behälters und des Kochers verbindet, ſo daß in beiden Gefäßen der gleiche Druck herrſcht. Da bei den großen Dimenſionen, welche der Kocher beſitzt und dem bedeutenden Dampfdruck von 14 Atmoſphären, eine Exploſion des Apparates nicht ausgeſchloſſen erſcheint, ſucht Sinclair die Gefahr dadurch zu vermindern, daß er den Kocher noch mit einem Cylinder umgiebt und zwiſchen beiden Gefäßen Dampf von 6 Atmoſphären Spannung circuliren läßt, wodurch der Druck im Kocher auf 14—6 = 8 Atmoſphären vermindert werden ſoll — ein zwar ſinnreich erdachtes aber wahrſcheinlich nicht ſehr wirkſames Auskunftsmittel.

Es iſt begreiflich, daß der Gehalt der Lauge an Aetznatron in Verlauf einer Kochung nicht vollſtändig ausgenützt wird, d. h. die als ausgenützt betrachtete Lauge enthält noch immer unverändertes Aetznatron, welches zur Bearbeitung weiterer Holzmaſſen dienen könnte. Um dieſem Uebelſtande auszuweichen, hat Ungerer einen Apparat conſtruirt, welcher auf einem in der chemiſchen Technik vielfach angewendeten Principe beruht, deſſen Kernpunkt darin liegt, daß das Holz durch eine gewiſſe Zeit mit friſcher Lauge, dann mit einer ſolchen behandelt wird, welche ſchon einmal mit Holz in Berührung war, und daß ſich dieſer Proceß mehreremale wiederholt. Es wird hierdurch der doppelte Zweck erreicht, daß das Holz durch verhältnißmäßig viel längere Zeit mit Lauge in Berührung bleibt und daher vollſtändiger aufgeſchloſſen wird, als bei einmaligem Auskochen und daß auch der Gehalt der Natronlauge an Aetznatron infolge deſſen vollkommener ausgenützt wird.

Der Apparat besteht aus sieben aufrechtstehenden Cylindern, welche durch Röhrenleitungen derart miteinander verbunden sind, daß man nach Belieben die Flüssigkeit aus einem Cylinder in den anderen treten lassen kann. Unter jedem der Cylinder ist eine kleine Feuerung angebracht, welche aber nur so viel Wärme abzugeben braucht, daß der Inhalt des Cylinders die Temperatur beibehält, mit welcher er in denselben gelangte. Außer dieser Batterie von sieben Cylindern ist noch ein Kessel vorhanden, welcher die anzuwendende Natronlauge enthält, die soweit erhitzt wird, daß sie unter sechs Atmosphären Druck steht. Der Gang der Arbeit ist folgender:

Die Cylinder I, II, III, IV, V und VI werden mit Holz gefüllt, VII bleibt leer. Man füllt I aus dem Laugenkessel in der Weise mit Lauge, daß diese von unten eintritt und läßt sie eine Stunde lang auf das Holz wirken, worauf man die Verbindung zwischen I und II, und sodann von I mit dem Laugenkessel herstellt. Es wird hierdurch die in I befindliche Lauge nach II gepreßt, I mit frischer Lauge gefüllt. Nach abermals einer Stunde verbindet man II mit III, II mit I und I mit dem Laugenkessel, wodurch III mit zweimal benützter, II mit einmal benützter und I abermals mit frischer Lauge gefüllt wird. Nachdem die Lauge die Cylinder I bis VI durchlaufen hat, wird sie als ausgenützt zur Wiedergewinnung der Soda verwendet; die in I enthaltene Lauge wird (am zweckmäßigsten durch Dampf) nach II gedrückt und der Inhalt von I, welcher somit durch sechs Stunden mit sechsmal erneuter noch unbenützter Lauge behandelt wurde, entfernt. Der Cylinder VII, welcher mittlerweile mit Holz gefüllt wurde, wird jetzt in den Kreis einbezogen, indem während der Entleerung von I der Cylinder II an die Stelle von I, der Cylinder III an jene von II ꝛc.

tritt und der mit Holz neuerdings beſchickte Cylinder I als Reſervecylinder die Stelle von VII einnimmt.

Bei Anwendung eines Apparates von der eben angegebenen Conſtruction erfolgt eine ſyſtematiſche Auslaugung des Holzes, indem jedes Holztheilchen durch ſechs Stunden der Einwirkung von noch unausgenützten Laugen ausgeſetzt iſt und erſcheint es bei dieſem Umſtande begreiflich, daß man mittelſt eines Apparates von ſolcher Einrichtung bei Anwendung eines nur ſechs Atmoſphären betragenden Druckes ein beſſeres Reſultat erzielen kann, als wenn man das Kochen, ohne die Lauge zu wechſeln, durch kurze Zeit und bei dem ſchon mit Gefahr verbundenem Drucke von 14 Atmoſphären vornimmt.

Wenn man, wie dies in faſt allen Celluloſefabriken geſchieht, harzreiche Holzarten verarbeitet; ſo wird ſich in der ausgenützten Natronlauge Harzſeife vorfinden; leider iſt bis nun kein Verfahren bekannt geworden, letztere in ſolcher Weiſe aus der Flüſſigkeit abzuſcheiden, daß hierdurch nicht gleichzeitig das Natron in eine Form gebracht würde, in welcher man es nicht wieder durch bloßes Eindampfen als Soda gewinnen könnte. Neben Harzſeife müſſen in der ausgenützten Natronlauge noch eſſigſaures Natron und die Natronſalze anderer fetter Säuren vorhanden ſein, es iſt aber unſeres Wiſſens noch nicht der Verſuch gemacht worden, dieſelben zu gewinnen; die alleinige Aufmerkſamkeit bei der Verarbeitung der ausgenützten Laugen wird darauf gerichtet, die Geſammtmenge des vorhandenen Natrons als Soda wieder zu gewinnen.

Es iſt hingegen ſehr leicht, das in dem Holze enthaltene Terpentinöl zu gewinnen und braucht man zu dieſem Zwecke blos den Kochern die Einrichtung zu geben, daß man einen Dampfſtrom durchleiten kann. Läßt man, nachdem

die Kocher mit Holz beschickt sind, einen Dampfstrom durch erstere gehen, so nimmt derselbe das in dem Holze vorhandene ätherische Oel mit sich und liefern die Dämpfe, nachdem man sie condensirt hat, eine Flüssigkeit, welche in Florentinerflaschen aufgefangen wird und sich bald in zwei Schichten scheidet, deren untere aus Wasser besteht, indeß die obere sehr reines Terpentinöl ist.

Das Waschen der Cellulose.

Die aus den Kochapparaten kommende Cellulosemasse ist von Lauge durchtränkt und handelt es sich darum, letztere vollständig und auf die sparsamste Art zu gewinnen; die richtige Lösung dieser Aufgabe ist von großem Einflusse auf das Erträgniß der Fabrik, indem die Laugen bekanntlich zur Trockene eingedampft werden müssen und bei Anwendung großer Wassermassen zum Auswaschen der Cellulose der Aufwand an Brennstoff zu sehr gesteigert würde. Das Auswaschen der Cellulosemasse im Großen ist aus dem Grunde mit Schwierigkeiten verbunden, weil sich die genügend gekochte Masse schon stark fasert, daher das Durchfließen von Wasser erschwert, andererseits aber auch eine ansehnliche Menge der Fasern von dem Wasser mitgerissen werden.

Eine ziemlich vollkommene Auslaugung der Cellulose läßt sich in einem Batterie-Apparate, wie derselbe oben beschrieben wurde, erzielen, wenn man z. B. in den Kocher I, nachdem dieser sechsmal von Lauge durchströmt wurde, reines Wasser treten läßt, dieses dann durch II, III u. s. w. treibt, so daß also die Cellulose ebenfalls sechsmal mit frischem Wasser behandelt wird. Häufig setzt man das Auswaschen der Cellulose gar nicht so lange fort, sondern begnügt sich mit einer dreimaligen Waschung. Der Apparat besteht dann meistens aus einer Batterie von neun Kochern, welche in

der Weise mit einander verbunden sind, daß immer sechs Kocher Holzmasse enthalten, welche mit Natron lange behandelt wird, indeß die drei mit fertiger Cellulose gefüllten dem Waschprocesse unterworfen werden.

Waschapparate, welche eigens für die Zwecke der Behandlung von Cellulose construirt wurden, haben meistens die Einrichtung, daß die auszuwaschende Cellulosemasse mittelst eines Wasserstromes durch eine Anzahl von rotirenden Siebtrommeln getrieben wird, indeß ein zweiter Wasserstrom, der in entgegengesetzter Richtung fließt, die Laugentheile mit sich führt, so daß an einem Ende des Apparates aus der letzten Siebtrommel die fast vollständig von Lauge befreite Cellulose austritt, indeß am andern Ende eine Lauge von solcher Concentration abfließt, daß sie ohne übermäßigen Aufwand an Brennstoff wieder auf Soda verarbeitet werden kann. Unter Anwendung der Lespermont'schen Waschvorrichtung bringt man es z. B. so weit, daß Cellulosemasse im trockenen Zustande nur 0·26 Percent kohlensaures Natron enthält, ein für den Großbetrieb gewiß außerordentlich günstiges Ergebniß, welches noch dadurch an Werth gewinnt, daß es das nachfolgende Bleichen der Cellulosemasse erleichtert, indem das Chlor immer erst dann bleichend zu wirken anfängt, nachdem das in der Masse vorhandene Natron neutralisirt ist. Wenn daher das Auswaschen unvollständig durchgeführt wurde, so verliert man nicht blos an Soda, sondern verbraucht auch eine viel größere Menge von Chlor zur Bleichung, als für gut ausgewaschene Cellulose erforderlich ist.

Die ausgewaschene Cellulose wird in den Fabriken, welche sich mit der Darstellung derselben beschäftigen, gewöhnlich auf einem Holländer gemahlen, abgepreßt und in mehr weniger entwässertem Zustande an die Papierfabriken abgegeben. Unter Umständen wird auch die Bleichung der

Cellulosemasse in der Fabrik vorgenommen und erhält man dann ein Product, welches unmittelbar zur Fabrikation von Papier verwerthet werden kann.

Wie sich aus der Schilderung der ganzen Operation entnehmen läßt, müssen mehrere Bedingungen vorhanden sein, um diese Fabrikation zu einer einträglichen zu gestalten. Als erste und wesentlichste Bedingung ist das Vorhandensein großer Mengen eines zur Cellulosebereitung geeigneten Holzes zu billigen Preisen anzusehen, als weitere das Vorhandensein billigen Brennmateriales, die Möglichkeit Kalk aus der Nachbarschaft zu beziehen, und endlich die Verfügung über eine ziemlich bedeutende mechanische Kraft, wie selbe zur Verkleinerung des Holzes, zum Betriebe der Waschapparate und der Holländer erforderlich ist.

Der Verbrauch an Chemikalien und die Ausbeuten an Cellulose weichen nach den Angaben aus der Praxis so weit von einander ab, daß man die Unterschiede nur durch das mehr weniger vollkommene Verfahren und die Verschiedenheiten im Preise des Holzes, des Kalkes und der Arbeitslöhne erklären kann. Nach Ungerer stellt sich das Verhältniß zwischen den Ergebnissen seines Verfahrens und jenes von Sinclair folgendermaßen:

Zur Darstellung von 100 Kilogramm gebleichter trockener Cellulose sind erforderlich:

	Nadelholz mit 20 Percent Wasser	Nach dem Verfahren von Ungerer Holz	Sinclair	
Holz	300,	225,	225	Kilogramm
Soda	36,	21·2,	56·2	„
Chemikalien . .	22,	12·8,	—	„
Kohlen	120,	90,	75	„
Chlorkalk . . .	5,	5,	25	„

Nach Ungerer werden 98 Percent Soda wiedergewonnen.

Nach Fandel stellten sich die Betriebsergebnisse zweier Fabriken A und B nach sechsmonatlichem Betriebe folgendermaßen. (Fabrik A verarbeitete junges frischgefälltes Holz mit 35 Percent Wasser; Fabrik B altes Stammholz mit 25 Percent Wasser.)

Zur Darstellung von 100 Kilogramm Cellulose sind erforderlich:

In der Fabrik	A	B	
Frische Soda 80percentig . . .	55,	70	Kg.
Wiedergewonnene Soda 85perc. .	110,	110	„
Gebrannter Kalk	87,	112	„
Steinkohle beim Ofen	325,	300	„
Holz	500,	455	„
Chlorkalk zum Bleichen	20—25,	30—35	„
Es werden wiedergewonnen an Soda	66·6,	58	Perc.
100 Kilogr. Holz geben Cellulose	20,	22	Kg.
100 Kilogr. Soda erfordern Kohle beim Ofen	245,	240	„

Anhang.

Darstellung spinnbarer Fasern aus Holz.

Wenn es gelingen sollte, durch einen einfachen Proceß, der mit jenem Aehnlichkeit hat, nach welchem man aus dem Holz die zur Papier-Fabrikation geeignete Cellulose darstellt, Fasern zu gewinnen, welche lang und biegsam genug sind, um sich zu Fäden spinnen zu lassen, so würde dadurch das Holz auch in dieser Richtung auf chemischem Wege eine sehr wichtige Verwerthung finden. Es fehlt nicht an Angaben, welche die Durchführbarkeit eines solchen Verfahrens bestätigen. Mit Ausnahme einiger Baumarten (Maulbeerbäume, Linden, Ulmen und Kastanien) scheinen keine anderen in Europa vorkommenden Baumarten ein brauchbares Materiale für diesen

Zweck abzugeben und hat man bis nun auch von dieſen Bäumen nur die Rinden- und Baſtfaſern, nicht aber die eigentliche Holzfaſer in ſolcher Form dargeſtellt, daß ſie zur Anfertigung von Geſpinnſten tauglich erſcheint.

Am beſten iſt es noch gelungen aus der Rinde junger Zweige des Maulbeerbaumes Geſpinnſtfaſern darzuſtellen und wendet man zu dieſem Zwecke ſolche Zweige an, von welchen die Seidenraupen die Blätter abgefreſſen haben. Es ſoll nach Cabanis die Rinde von dieſen Zweigen abgeſchält werden (es wäre dies wohl nur unter Anwendung einer beſonderen Maſchine möglich, welche vielleicht ähnlich eingerichtet ſein könnte, wie jene, deren man ſich bedient, um von den zu Korbflechterarbeiten beſtimmten Weidenruthen die Rinde abzuſchälen) und ſoll dieſe Rinde mit einem alkaliſchen Bade behandelt werden, um die Trennung der ſpinnbaren Faſer von den äußeren Rindentheilen zu bewerkſtelligen; die ſo gewonnene Faſer muß dann noch, um ihre Sprödigkeit zu verlieren, in einem alkaliſchen Bade gekocht werden. Die Menge der ſpinnbaren Faſer ſoll in der Rinde junger Zweige des Maulbeerbaumes ſehr groß ſein und 20 Gewichtstheile Rinde 12 bis 15 Gewichtstheile ſpinnbarer Faſer ergeben, welche in ihrer Structur Aehnlichkeit mit der Jute- und Hanffaſer beſitzt.

Bisher iſt die Darſtellung von Geſpinnſtfaſern aus europäiſchen Hölzern, reſpective jungen Rinden, wohl nicht viel über das Stadium des Verſuches hinausgekommen, doch iſt es immerhin intereſſant, derartige Verſuche kennen zu lernen, indem ſie möglicherweiſe den Anſtoß zu weiteren von bedeutendem Erfolge begleiteten Verſuchen geben können.

XIV. Die Verwerthung der Baumrinden auf chemischem Wege.

Die Rinde der Mehrzahl unserer Waldbäume enthält gewisse Mengen jener Stoffe, welche man unter dem Gesammtnamen „Gerbstoffe" zusammenfaßt und bilden diese Rinden im verkleinerten Zustande in Form von „Lohe" die Hauptmenge jener Materialien, welche man zur Umwandlung der thierischen Haut in Leder verwendet. In Mitteleuropa dient namentlich die Rinde der Eichen- und der Nadelbäume zur Darstellung von Lohe, indeß in den nördlichen Ländern auch Birken-, Weiden- und Ulmenrinde benützt wird. Außer den Rinden dieser Baumarten werden bisweilen auch die Rinden anderer Bäume auf Lohe verarbeitet (Pappel-, Kastanienrinde) u. s. w.

Der Werth einer Lohe für die Zwecke der Gerberei hängt selbstverständlich ausschließlich von ihrem Gehalte an Gerbstoff ab und beträgt dieser in der besten Eichenspiegelrinde kaum mehr als 20 Percent vom Gewichte der Rinde, der Rest besteht aus gewöhnlicher Holzsubstanz und Wasser. Nachdem in den meisten Fällen die Lohe auf größere Entfernungen verfrachtet werden soll, wird der Preis des Gerbstoffes selbst unnöthiger Weise dadurch vertheuert, daß man mit demselben mindestens das Vierfache seines Gewichtes an nahezu werthloser Substanz zu verfrachten hat.

Wie die nachstehende Darstellung zeigen wird, ist es mit sehr geringen Schwierigkeiten verbunden, den Gerbstoff aus den Baumrinden in Form von Extracten zu gewinnen, welche zu 80 bis 90 Percent an Gerbstoff enthalten, indeß der Rest aus Wasser besteht, und lassen sich diese Gerbstoffextracte genau mit demselben Erfolge zur Fabrikation von Leder verwenden, wie die Lohe selbst. Da nun 100 Gewichtstheile

Gerbstoffextract die für den Gerber werthvollen Bestandtheile von 400 bis 500 Gewichtstheilen von Lohe bester Qualität enthalten, so ergiebt sich hieraus, daß man das Gerbstoffextract schon seines viel höheren Handelswerthes wegen auf viel größere Entfernungen versenden kann, als die Lohe. Es sprechen aber auch manche andere Umstände für die Zweckmäßigkeit des Verfahrens, aus der frischen Rinde in der Nähe ihres Gewinnungsortes Gerbstoff darzustellen. Die Lohe ist nicht nur ein voluminöser, daher schwer zu transportirender Körper, sondern unterliegt auch sehr leicht dem Verderben; es genügt, daß die Lohe feucht werde, damit sich auf ihr massenhaft Schimmel entwickele — der Gerbstoff wird hierdurch ungemein rasch zerstört und die beste Lohe kann durch Schimmeln binnen wenigen Tagen fast ganz unbrauchbar werden.

Die richtig dargestellten Gerbstoffextracte sind von allen eben angegebenen Nachtheilen frei; sie bilden wenig voluminöse feste Massen von hohem Gewicht und sind dem Schimmeln nicht unterworfen. Um sie zum Gerben anzuwenden, hat man nichts zu thun, als sie in der entsprechenden Menge Wassers zu lösen, um sofort eine Lohebrühe zu erhalten, welche Leder von genau derselben Beschaffenheit giebt, wie es durch Anwendung der Lohe erhalten wurde, aus welcher man das Extract dargestellt hat. Bei vielen Gerbern herrscht noch ein Vorurtheil gegen die Anwendung der Gerbstoff-Extracte, welche aus unseren einheimischen Materialien dargestellt werden, trotzdem dieselben Gerber Gerbstoffextracte, welche aus ausländischen gerbstoffhaltigen Materialien (Catechu, Gambir, Kino ꝛc.) gewonnen werden, als sehr brauchbare und werthvolle Gerbstoffmaterialien anerkennen.

Um den Extracten der inländischen Gerbematerialien bei den Gerbern allgemein Eingang zu verschaffen, müssen

jedenfalls zwei Bedingungen erfüllt werden; das Extract muß immer von der gleichen Qualität geliefert und ein gewisser Gehalt an Gerbsäure (der sich auf analytischem Wege leicht ermitteln läßt) verbürgt werden, ferner muß der Gerber mit der Behandlung des neuen Materiales vertraut gemacht werden. Wenn man dem Gerber die Versicherung geben kann, daß ein Kilogramm des Gerbstoffextractes genau dieselbe gerbende Wirkung äußere, wie so und so viele Kilogramme bester Spiegellohe, so werden sich die Praktiker sehr bald daran gewöhnen, an Stelle der Lohe Extracte zu verwenden. Für den Waldbesitzer ergiebt sich aber aus der Einführung des Extractionsverfahrens die Möglichkeit, den allein werthvollen Bestandtheil der Rinden, d. i. den Gerbstoff in solche Form zu bringen, daß derselbe nach weit entfernteren Orten versendet werden kann; für den Gerber aber bringt die Anwendung der Extracte die große Bequemlichkeit mit sich, nicht mehr wie vormals mit dem Rohmateriale Lohe, aus welchem der Gerbstoff erst extrahirt werden muß, sondern mit rasch bereiteten Lösungen desselben arbeiten zu können; die großen Räume zur Aufbewahrung der Lohe, zum Trocknen der gebrauchten Lohe u. s. w. sind dann in den Gerbereien ganz überflüssig.

Die Baumrinden und ihre Beschaffenheit.

Der Werth der Rinden verschiedener Baumarten zur Darstellung von Lohe hängt nicht allein von der Menge des in ihnen enthaltenen Gerbstoffes, sondern auch von der Beschaffenheit des letzteren ab. Wir kennen eine ziemlich große Reihe von Körpern, welche wir in die Gruppe der „Gerbstoffe" einreihen müssen und welche in ihren chemischen Eigenschaften einander sehr nahe stehen, sich aber in Bezug auf ihr Verhalten beim Gerben wesentlich von einander zu unterscheiden

scheinen, indem die Gerber sehr großen Werth darauf legen, nur Lohe von gewissen Baumarten zu verwenden. Am geschätztesten in dieser Richtung ist z. B. die Eichenlohe und von dieser werden wieder gewisse Sorten (und zwar nicht blos des höheren Gerbstoffgehaltes, sondern auch der Qualität des mit denselben dargestellten Leders wegen) mehr bevorzugt. Von den Rinden anderer Laubbäume wird die Birkenrinde zur Darstellung von Juchtenleder, die Ulmenrinde und Weidenrinde zur Fabrikation des sogenannten dänischen und schwedischen Leders verwendet. Die Buchenrinde, obwohl nicht arm an Gerbstoff, wird sehr wenig geschätzt, indem die Gerber behaupten, mit derselben kein gutes Leder fabriciren zu können. Die Rinden der Nadelhölzer liefern ebenfalls Lohe; in Europa wird hauptsächlich Fichtenlohe, seltener Lärchenrinde, in Amerika jene der Hemlocktanne verwendet.

Die Eichenrinden.

Die Rinden der Laubbäume bestehen aus mehreren Vegetationsschichten, die innerste derselben wird von kleinen dünnwandigen Zellen gebildet, welche Salz-, Zucker- und Gummilösungen, aber nur sehr wenig Gerbstoff enthalten; auf diese Schichte, der inneren Rindenschichte, folgt die äußere Rindenschichte, welche aus langgestreckten Zellen besteht, welche während der Vegetationsperiode mit Saft erfüllt sind, der sehr reich an Gerbstoff ist; die äußerste Schichte der Rinde, die Oberhaut oder Epidermis, besteht aus Korksubstanz und ist gerbstofffrei. Sie erlangt mit zunehmendem Alter des Baumes eine bedeutende Dicke, so daß sie durch das Anwachsen des Stammes zersprengt, denselben als rissige Borke bedeckt.

Nachdem man die Wahrnehmung gemacht hat, daß die Rinde alter Bäume sehr arm an Gerbstoff ist, überdies nur

die mittlere Rindenschichte für Gerbezwecke Werth hat, so hat man den Forstbetrieb jener Eichenwälder, welche ausschließlich zur Lohgewinnung dienen sollen, derart eingerichtet, daß man alljährlich eine gewisse Menge junger, sehr gerbstoffreicher Rinde erhält. In den sogenannten „Schälwaldungen" hält man die Eichen mehr in Form von Gebüschen als von Bäumen und befolgt je nach dem Klima der betreffenden Oertlichkeit einen fünfzehn- bis zwanzigjährigen Umtrieb. Die Fällung findet immer im Sommer statt, indem einerseits während dieser Zeit der Gerbstoffgehalt der Rinden infolge des starken Säftestromes am höchsten ist, die Rinde sich während dieser Zeit leicht vom Holze lösen läßt und — was ein sehr wichtiger Factor ist, rasch getrocknet werden kann.

Die Zahl der Eichenarten, deren Rinde zur Lohe-Fabrikation gewonnen wird, ist eine sehr bedeutende; in Mitteleuropa werden diesbezüglich die Rinden von Quercus robur, Quercus sessiliflora und Quercus pedunculata am häufigsten benutzt; ferner kommen die Rinden von Quercus coccifera (in den Ländern um das Mittelmeer) und Quercus glomerata (Rußland) zur Verwendung.

Das Schälen der Rinde findet in der Weise statt, daß man rings um die Stangen in Abständen von 1 zu 1 Meter Einschnitte macht, die Rinde der Länge nach aufschlitzt und von dem Holze abzieht. Das Austrocknen der Rinden ist eine Arbeit, welche mit der größten Aufmerksamkeit ausgeführt werden muß und viele Mühe verursacht, trotzdem aber oft infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse gänzlich mißlingt. Die Rinde muß zuerst locker aufgeschichtet werden, damit die Luft zwischen den Stücken durchziehen könne und kein „Heißwerden" der Rinde, gleichbedeutend mit chemischen Vorgängen, durch welche der Gerbstoffgehalt vermindert wird, eintrete. Die niederen Rindenhaufen müssen soviel wie

möglich gegen Regen geschützt werden und darf die Rinde erst, nachdem sie an der Luft gut ausgetrocknet ist, in Schoppen gelagert werden, indem sie sonst leicht schimmelig wird und verdirbt.

Tritt, nachdem die Rinden geschält und zur ersten Trocknung im Freien aufgeschichtet wurden, andauerndes Regenwetter oder auch nur öfters Gewitter ein, so wird hierdurch das Trocknen der Rinden unmöglich, es stellt sich sehr rasch Schimmelwucherung ein und wird ein sehr großer Theil der in der Rinde enthaltenen Eichengerbsäure in Gallussäure übergeführt; die Gallussäure bildet aber mit der thierischen Haut nicht nur kein Leder, sondern wirkt beim Gerben nachtheilig auf die Qualität des zu erzielenden Leders, indem Leder, welches mit Lohe gegerbt wurde, die nennenswerthe Mengen von Gallussäure enthält, spröde wird.

Die Schoppen, in welchen man die an der Luft getrocknete Rinde einlagert, sollen, damit sie ihrem Zwecke, die Rinde in gutem Zustande zu erhalten, vollkommen entsprechen, so eingerichtet sein, daß die Rinde vollständig gegen das Zutreten von Nässe (sowohl von oben als gegen die Feuchtigkeit des Bodens) geschützt sei, aber beständiger Luftwechsel stattfindet. Die eingelagerte Rinde muß ihren frischen Geruch beibehalten — das Auftreten eines dumpfigen Geruches ist ein sicheres Zeichen der Entwickelung von Schimmel. Bemerkt man diesen Geruch, so bleibt nichts übrig, als die Rinde aus den Schoppen zu nehmen und so rasch als möglich auszutrocknen, um dem Weiterschreiten der Schimmelwucherung Einhalt zu thun, was übrigens bei den großen Massen von Rinde, welche man zu bewältigen hat, weit leichter gesagt als ausgeführt ist.

Man unterscheidet die Rinde nach verschiedenen Qualitäten und nimmt in vielen Gegenden drei Sorten oder

Classen an; zur ersten derselben wird jene Rinde gerechnet, welche im frischen Zustande glatt, dünn von silbergrauer Farbe und auf dem Bruche rein weiß ist: Spiegelrinde; sie stammt meistens von den jüngsten dünnsten Stämmen her und ist am gerbstoffreichsten. In die zweite Sorte reiht man jene, welche von dickeren Stämmen gewonnen wurde und ein weniger glattes, glänzendes Aussehen zeigt; die dritte Sorte rührt von fünf bis sechs Centimeter dicken Stämmen her, ist häufig borkig, an der Oberfläche dunkelfarbig, rissig und mit Flechten bedeckt. Nach dem Trocknen erscheint die Lohe auf der Unterseite und im Bruche zimmtbraun, und gilt eine helle Farbe ebenfalls als ein Zeichen guter Qualität.

Das Dämpfen der Lohrinde.

Die Zeit des Fällens und Schälens der Stämme in den Schälwaldungen trifft in den meisten Gegenden gerade mit jener Zeit zusammen, in welcher die Getreideernte vorgenommen wird; es bedingt diese Häufung der Arbeit Mangel an Arbeitskräften, und das Schälen der Stämme erfordert vieler Hände Arbeit, und demzufolge auch erhöhte Kosten. Man hat daher vielfach Versuche angestellt, diesen Uebelständen abzuhelfen und das Schälen in eine Zeit zu verlegen, in welcher die ländliche Bevölkerung nur wenig Arbeit hat, sonach in den Winter; die Sommerarbeit beschränkt sich dann blos auf das Fällen der Schälwaldungen und Aufschichten der Stämme.

Um diese Arbeit durchführen zu können, muß man die Stämme einer besonderen Behandlung unterwerfen, wodurch die fest an dem Holze haftende Rinde wieder in einen solchen Zustand versetzt wird, daß man sie wie frische Rinde ohne Mühe von dem Holze abziehen kann, und läßt sich dies

durch das von J. Maître herstammende Verfahren des „Dämpfens" erreichen.

Das Dämpfen wird auf die Weise ausgeführt, daß man die Stangen, an welchen die Rinde fest haftet, in einen dampfdicht verschließbaren Holzkasten so einschichtet, daß die unterste Holzschichte auf Leisten ruht und der Dampf frei zwischen den Holzlagen circuliren kann. Wenn man durch 30 bis 45 Minuten Dampf von etwa $2^1/_2$ Atmosphären Spannung in den Kessel strömen läßt, so wird die Rinde so erweicht, daß man sie leicht von dem Holze abziehen kann; die Temperatur in dem Dämpfkasten soll während der Arbeit nicht bis auf 100° C. steigen und durch das Condensationswasser kaum nennenswerthe (?) Mengen von Gerbstoff ausgelaugt werden. Die gedämpfte Rinde muß aber jedenfalls getrocknet werden und müßte dies zur Winterszeit offenbar durch künstliche Wärme, und zwar in einem eigens für diesen Zweck errichteten Trockenraum ausgeführt werden, und ist dieser Umstand wohl die Ursache, daß das Maître'sche Verfahren in der Praxis keine Anwendung im Großen gefunden hat.

Die Zerkleinerung der Lohrinden.

In welcher Weise auch die gerbstoffhaltigen Materialien verwendet werden sollen, in allen Fällen müssen sie der Zerkleinerung unterzogen werden, und zwar geschieht diese Zerkleinerung entweder unter Anwendung von Schneideapparaten oder der sogenannten Glockenmühlen, bisweilen auch von Mahlmühlen gewöhnlicher Construction.

Der Lohschneider.

Zum Schneiden der Lohe bedient man sich an manchen Orten einer Vorrichtung, welche sich von einer gewöhnlichen

Häckselmaschine nur durch stärkeren Bau unterscheidet: zwei oder mehr Messer, welche an den Speichen eines Schwungrades befestigt sind, schneiden von der in einer Lade ruckweise nach vorwärts geschobenen Rinde Späne ab. Da aber die Arbeit mit einer Maschine von dieser einfachen Construction nur langsam vorwärts schreitet, verwendet man dort, wo größere Mengen von Lohe aufgearbeitet werden sollen, am häufigsten die Farcot'sche Lohschneidemaschine, welche in Fig. 52 in der Ansicht, in Fig. 53 in der Draufsicht abgebildet ist.

Fig. 52.

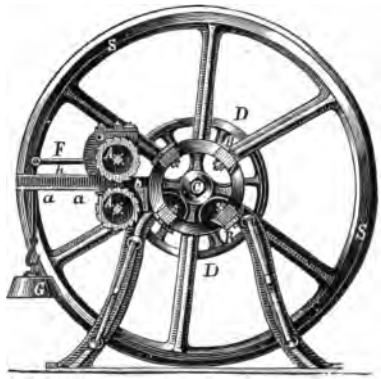
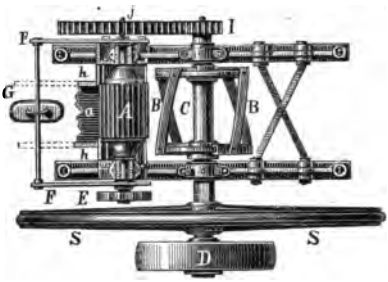


Fig. 53.



Die Maschine besteht aus zwei Haupttheilen: dem Schneideapparat und dem Zuführungsapparat; ersterer, die Schneidetrommel, wird durch zwei an einer gemeinschaftlichen Axe C befestigte Scheiben gebildet, welche durch schiefgestellte Messer B verbunden sind; der Zuführungsapparat besteht aus zwei grob gerieften Walzen A, welche die auf dem Tische a h in gleichmäßig dicken Schichten aufgelegte Lohrinde fassen und der Trommel zuführen; die Zahnräder J j bewirken den gleichförmigen Gang der Schneidetrommel und der Zuführungs-

walzen, welch' letztere mittelst des durch das Gewicht G belasteten Hebels F einander genähert werden können. Bei einer Umdrehungsgeschwindigkeit der Schneidetrommel, welche 125 bis 130 Male in der Minute beträgt, verwandelt eine Farcot'sche Maschine in der Stunde etwa 800 Kilogramm Lohrinde in Lohe.

Da es bei der größten Sorgfalt in der Behandlung der Lohrinden kaum vermieden werden kann, daß mit der Rinde Steinchen in den Apparat gelangen und die Messer hierdurch sehr rasch stumpf gemacht oder selbst schartig werden können, muß man der Schneidetrommel die Einrichtung geben, daß sich die Messer leicht abschrauben lassen und durch neu geschärfte ersetzt werden können.

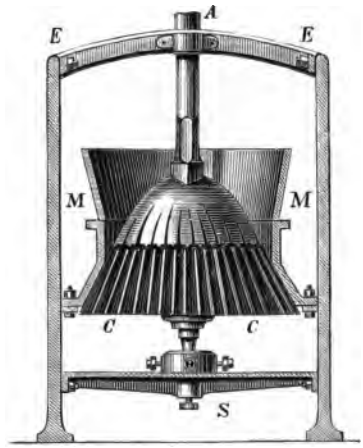
Durch die Schneidetrommel werden die Rinden in einer Richtung durchschnitten, welche senkrecht auf der Längsaxe der Gefäßbündel steht und lassen sich die einzelnen Stücke leicht zerbröckeln. Meistens begnügt man sich an jenen Orten an welchen die Lohe geschnitten wird, mit dieser Operation und wenden selbst viele Gerber die Lohe in der Form an, in welche sie durch den Schneideapparat gebracht wird. Die Ausbeute an Gerbstoff bei der Behandlung der Lohe mit Wasser ist aber jedenfalls eine größere, wenn man die Lohe nicht blos in Stücke schneidet und unmittelbar diese verwendet, sondern wenn man diese Stücke durch Mahlen noch weiter verkleinert.

Die Glockenmühlen.

Das Mahlen der Lohe geschieht häufig auf den sogenannten Glockenmühlen, welche mehr ein Zerreißen der Gefäßbündel als ein Mahlen derselben bewirken und die Lohe in eine lockere Masse verwandeln, welche in Berührung mit Wasser den Gerbstoff sehr rasch an dieses abgiebt. Fig. 54

zeigt die Abbildung der ältesten Construction einer Glockenmühle. Der glockenförmige Theil C C, welcher aus Gußeisen verfertigt ist, dreht sich in einem Mantel M, beide Theile, Glocke und Mantel, sind mit geschärften dreiseitigen Erhöhungen versehen, und kann man mittelst der Schraube S den Abstand zwischen Mantel und Glocke reguliren und dadurch die Lohe feiner oder gröber mahlen. Eine Mühle von dieser einfachen, von Weldon angegebenen Construction mahlt bei 25 bis 30 Umdrehungen der Glocke per Minute in 10 Stunden 1800 bis 2000 Kilogramm Lohe.

Fig. 54.

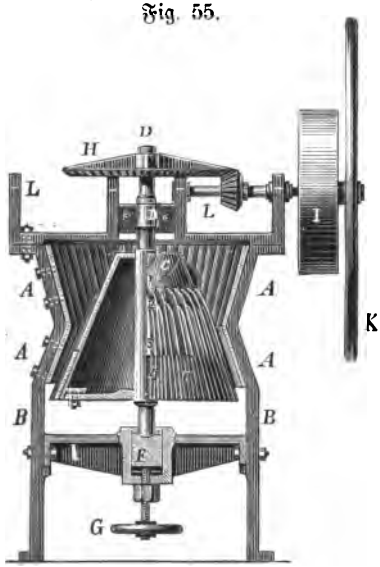


Man hat unter Beibehaltung des Principes der Weldon'schen Mühle die Construction in zweckmäßiger Weise abgeändert; man fertigt z. B. die Glocke und den Mantel ohne Vorsprünge an und befestigt in Oeffnungen derselben, welche in entsprechenden Abständen von einander angebracht sind, vierseitige Pyramiden aus Stahl, welche durch lange Zeit scharf bleiben und auch leicht ausgewechselt werden können. Mühlen dieser Construction zerreißen die Gefäßbündel sehr vollkommen, ergeben ein sehr lockeres Lohmehl, bedürfen aber auch einer sehr großen Kraft zum Betriebe.

Eine Glockenmühle vollkommener Construction ist die von Pintus angefertigte sogenannte amerikanische Glockenmühle, Fig. 55, welche das Mahlen größerer Lohstücke

geſtattet, daher die vorhergehende Anwendung einer Schneidevorrichtung überflüſſig macht. Die Schneideglocke iſt durch einen abgeſtutzten Kegel erſetzt, auf welchem Meſſer von viererlei Formen befeſtigt ſind. Die zu oberſt ſtehenden Meſſer ſchneiden die Rinde zuerſt in gröbere Stücke, welche nach unten gleiten, von der zweiten Meſſerreihe erfaßt und wieder zerſchnitten werden; ein ähnlicher Vorgang findet zwiſchen den Meſſern der dritten und vierten Reihe ſtatt, und ſind die unterſten Meſſer ſo eng geſtellt, daß die Lohſtücke durch dieſelben ſehr vollſtändig zerriſſen werden. Die Pintus'ſche Glockenmühle ſoll bei Anwendung einer Pferdekraft mit Leichtigkeit in einem Tage 1000 Kilogramm Lohmehl liefern können und den Mißſtänden, welche andere ähnliche Apparate zeigen, namentlich dem Verſtopftwerden, nicht unterworfen ſein.

Fig. 55.



Andere Baumrinden.

Neben der Eichenrinde, welche das wichtigſte und werthvollſte Materiale zur Lohegewinnung liefert, kommen noch die Rinden anderer Bäume ihres Gerbſtoffgehaltes wegen zu gleichem Zwecke in Verwendung, und zwar in Mitteleuropa hauptſächlich die Rinde der Fichten und Lärchen,

sowie der Kastanienbäume; seltener angewendet und mehr von localer Bedeutung sind die Rinden von Erlen, Ulmen, Weiden und Birken. In Amerika spielt die Rinde der Hemlocktanne beiläufig dieselbe Rolle als Lohmateriale, wie in Europa jene der gemeinen Fichte, als theilweiser Ersatz der Eichenrinde, und wird daselbst auch das sehr gerbstoffreiche Holz der Muskito- und der Lebenseiche als Gerbemateriale angewendet. Neueren Versuchen zufolge enthält auch das Holz unserer Eichen eine so große Menge von Gerbstoff, daß es unter günstigen Verhältnissen lohnend wäre, denselben zu gewinnen; jedenfalls könnte aber zu dieser Gewinnung nur das wenig werthvolle Holz, welches von den Astspitzen als Abfall gewonnen wird — eventuell Sägemehl — verwendet werden und müßte ein diesem speciellen Zweck angepaßtes Extractionsverfahren in Anwendung gebracht werden.

Der Gerbstoffgehalt verschiedener Baumrinden.

Obwohl es höchst wahrscheinlich ist, daß in den Rinden der verschiedenen Baumarten auch Gerbstoffe von besonderen Eigenschaften vorkommen, so bestimmt man dieselben doch alle nach demselben Verfahren und muß infolge dessen zu Resultaten kommen, welche um ein Gewisses von den richtigen abweichen. Jedenfalls sind aber diese Abweichungen nicht sonderlich groß, namentlich nicht im Vergleiche mit jenen Abweichungen, welche man bei wiederholten Analysen der Rinde eines und desselben Stammes, aber verschiedenen Theilen desselben entnommen, begegnet. — Wir lassen nachstehend eine Zusammenstellung der Gerbstoffgehalte verschiedener Rinden folgen, indem aus derselben am besten ersehen werden kann, wie sehr die Mengen des Gerbstoffes in den Rinden je nach dem Alter der Bäume, der Schälzeit und wahrscheinlich auch nach den Bodenverhältnissen von einander abweichen.

A. Eichenrinde.

Beschaffenheit der Rinde	Gerbstoffgehalt in Percenten nach
Spiegelrinde, 1 Saft, 24jährig	17·0 Fraas
„	13·2 Handtke
„	17·0 Fleck
„	13·6 Müller
Glanzrinde, 2 Saft	8·6 Fraas
„ 20jährig	14·6 „
Alte Astlohe von schwachen Aesten, 1 Saft	3·6 „
„ „ „ „ „ 2 „	13·3 „
„ „ „ mittleren „ 2 „	8·0 „
Schnitzlohrinde, 30jährig, 1 Saft	9·2 „
Junge Rinde	15·2 Davy
„ „ (Frühjahrsernte)	22·0 „ u. Geiger
Beste „	19·0—21·0 Fehling
Eschweger Rinde	19·3 Müller
Rinde (Feldeiche), 40—60jährig, 1 Saft	18·0 Fraas
„ 60—80jährig	5·0 „
„ 100jährig	8.3 Müller
Alte Rinde	9—16·0 Fehling

B. Fichtenrinde.

Beschaffenheit der Rinde	Gerbstoffgehalt in Percenten nach
Geschlossener Bestand 18jährig, sandiger Lehmboden	5·0 Feser
„ „ 25 „ „ „	12·2 „
„ „ 35 „ „ „	13·0 „
„ „ 35 „ „ „	15·0 „
„ „ 35 „ „ „	9·6 „
„ „ 35 „ „ „	7·0 „
„ „ 55 „ „ „	8·8 „
„ „ 55 „ „ „	5·0 „
Freier „ 55 „ „ „	11·0 „
Unterdrückter „ 55 „ „ „	8·0 „
„ „ 120 „ Kalkboden	12·2 „

Beschaffenheit der Rinde	Gerbstoffgehalt in Percenten nach
Rinde junger Stämme	12·6 Müller
„ im 2 Saft 15—20jährig	10·8 Fraas
„ 20—30 „	8·0 „
„ 30—40 „	7·5 „
„ 40—50 „	10·7 „
„ 80—100 „	8·7 „
„ von Hopfenstangen	9·0 „
Fichtenrinde	5—7·0 Fehling

C. Rinden verschiedener Bäume.

Beschaffenheit der Rinde	Gerbstoffgehalt in Percenten nach
Weide (Salix purpurea) im Herbst	5·0 Fraas
„ (Leicester)	6·8 Davy
„ (innere)	16·0 „
„ (mittlere)	3·0 „
„ (Zweig)	1·4 Biggers
„ (Salix babylonica)	16·0 Gassincourt
Birke (Betula pubescens)	5·3 Fraas
„	1·6 Davy
Lärche	1·6 „
Erle	36·0 (?) Gassincourt
Esche	3·3 Davy
Espe	2·6 Fraas
Buche	2·0 Davy
Kastanie (Amerika)	8·0 Gassincourt
„ (Carolina)	6·0 „
„ (Frankreich)	4·0 Fontenelle
„ (Spanien)	0 5 Davy
Roßkastanie	2·0 Fontenelle
Pappel, italienische	3·5 „
Ulme	2·9 Davy
Kornelkirsche	19·9 Gassincourt
Haselnuß	3·0 Davy

Die Darstellung von Gerbstoffextracten.

Die besten Eichenrinden enthalten nur wenig mehr als 20 Percent an Gerbstoff; nachdem nun beim Verkaufe der Lohe nur der Gerbstoff in Betracht kommt, so ergiebt sich hieraus, daß der Producent von Lohe zu dem Preise, den er für den Gerbstoff fordert, noch jenen rechnen muß, welchen er für die Verfrachtung der 80 Percent fast werthloser Substanz (dieselbe wird gewöhnlich nur als Brennmaterial geringer Qualität verwendet) zu zahlen hat. Dieser Umstand, so wie jener, daß die Lohe ein voluminöses Frachtgut ist, bedingen, daß man die Lohe nicht leicht auf große Entfernungen verfrachten kann und daß sie namentlich in Bezug auf Transportfähigkeit nicht die Concurrenz mit den sehr gerbstoffreichen überseeischen Extracten auszuhalten vermag.

Diese Verhältnisse weisen von selbst darauf hin, daß es gewiß sehr zweckmäßig sein müsse, das Rohmateriale Lohe in nächster Nähe des Productionsortes auf Gerbstoffextracte zu verarbeiten und das Extract entweder in Form hochconcentrirter Lösungen oder selbst in noch wasserärmerem Zustande, nämlich in Form halbfester Massen als sogenanntes festes Extract zu versenden. Der Durchführung der Extraction gerbstoffhaltiger Materialien im Großen stellen sich aber gewisse Schwierigkeiten entgegen, die in den Eigenschaften des Gerbstoffes selbst liegen und welche aus folgender Auseinandersetzung klar werden.

Wenn man Lohe durch längere Zeit mit Wasser behandelt, so löst sich bei gewöhnlicher Temperatur nur ein Theil des in derselben enthaltenen Gerbstoffes leicht auf, indeß der Rest nur durch heißes Wasser in Lösung gebracht werden kann. Neubauer, welcher über diesen Gegenstand Untersuchungen angestellt hat, nennt die erstere Modification des

Gerbstoffes die leicht lösliche, die andere die schwer lösliche. Das Mengenverhältniß zwischen leicht und schwer löslichem Gerbstoff ist ein schwankendes und hängt wahrscheinlich mit dem Alter der betreffenden Lohe zusammen; im Durchschnitt dürfte ein Drittel des gesammten Gerbstoffes in den Rinden als schwer löslich vorhanden sein.

Bei dem gewöhnlichen Gerbverfahren wird die Lohe in den Lohgruben nur mit kaltem Wasser behandelt, es hinterbleibt demnach der schwerlösliche Gerbstoff, welcher aber ebenso für Gerbezwecke tauglich ist, wie der leichtlösliche in der als „ausgenützt" bei Seite geworfenen Lohe und geht verloren. Falls man daher aus der Lohe mit Vortheil Extracte darstellen will, muß man bestrebt sein, auch den schwer löslichen Gerbstoff in Lösung zu bringen und kann dies nur dann geschehen, wenn man die Lohe mit Wasser von höherer Temperatur behandelt.

Der Gerbstoff, welcher in den Rinden enthalten ist, befindet sich in Zellen eingeschlossen; wenn nun eine Lösung des Gerbstoffes dadurch hergestellt werden soll, daß man Lohe mit Wasser zusammenbringt, so kann dieser Vorgang offenbar nur dadurch erfolgen, daß durch die Zellhaut Wasser in das Innere der Zellen dringt und dort die löslichen Stoffe in Lösung überführt, so daß eine ziemlich concentrirte Lösung dieser Körper entsteht. Es ist nun bekannt, daß sowohl thierische als pflanzliche Membrane (und die Zellhaut ist eine Membrane letzterer Art) die Eigenschaft besitzen, Lösungen durchtreten zu lassen, gerade als wenn in der Membrane Oeffnungen vorhanden wären.

Die mit den löslichen Stoffen des Zelleninhaltes beladene Flüssigkeit und das die Zellen umgebende Wasser wechseln fortwährend durch die Zellwand ihren Standort und zwar so lange, bis das Wasser außerhalb der Zelle genau ebensoviel

von den löslichen Körpern enthält, als der Inhalt der Zelle selbst. Entfernt man die außerhalb der Zellen befindliche Lösung der früher in den Zellen enthaltenen Stoffe und ersetzt sie durch reines Wasser, so beginnt der Vorgang des Austausches der Flüssigkeit in- und außerhalb der Zellwand durch die Zellmembrane, der „osmotische Vorgang", vom Neuen und dauert wieder so lange an, bis die außerhalb der Zelle befindliche Flüssigkeit genau dieselbe Beschaffenheit erlangt hat, wie der Zellinhalt. Durch Beseitigung dieser Lösung und Ersetzung derselben durch Wasser wiederholt sich der geschilderte Vorgang abermals u. s. w.

Es ist leicht einzusehen, daß man durch oftmalige Beseitigung der die Zelle umgebenden Lösung und Ersatz derselben durch reines Wasser dahin gelangen kann, die in der Zelle enthaltenen löslichen Stoffe fast vollständig zu extrahiren und daß hierdurch ein einfaches Mittel geboten ist, lösliche Pflanzenstoffe aus den Pflanzentheilen zu gewinnen. Eine kleine Rechnung zeigt, daß man durch einen nicht sehr oft vollzogenen Wechsel der Flüssigkeiten, von welchen die Pflanzensubstanz umgeben ist, die Extraction in so vollständiger Weise zu bewerkstelligen vermag, daß nach kurzer Zeit der betreffende Pflanzentheil als „an löslichen Körpern erschöpft" betrachtet werden kann, wenigstens als „erschöpft" mit Rücksicht auf einen fabriksmäßigen Betrieb.

Wenn wir annehmen, daß die in einer Pflanzenzelle enthaltenen löslichen Körper vollständig in der Wassermenge gelöst werden können, welches die Zelle auf einmal aufzunehmen vermag, so wird es genügen, die betreffenden trockenen Pflanzentheile, z. B. wohl getrocknete Lohe, durch einige Zeit mit Wasser in Berührung zu bringen, um die Zellen mit Wasser zu füllen. Theoretisch könnte man annehmen, daß sich die Zellen zuerst mit Wasser füllen, aber während dieses

Vorganges keine löslichen Körper an das Wasser, von welchem sie umgeben sind, abgeben.

In Wirklichkeit beginnt aber der Austausch der Flüssigkeit fast schon in dem Augenblicke, in welchem die Pflanzentheile in's Wasser getaucht werden; wenige Secunden, nachdem man ein Stück Lohe in Wasser eingetaucht hat, kann man in letzterem die Gegenwart von Gerbstoff nachweisen, der zwar zum Theile aus zerrissenen Zellen, deren Inhalt somit offen liegt, stammen kann, aber gewiß auch zum Theile durch Osmose aus unverletzten Zellen in das Wasser übergeht.

Nehmen wir nun an, die Zellen seien ganz mit der Lösung der löslichen Stoffe in Wasser gefüllt und jede Zelle sei durch eine genügend lange Zeit mit einer ebenso großen Menge Wassers umgeben, als in ihr selbst enthalten ist, so wird durch den osmotischen Vorgang so lange eine Wechselwirkung zwischen Zellinhalt und Wasser eintreten, bis der Gehalt beider Flüssigkeiten an löslichen Stoffen gleich groß geworden ist; in der Zelle kann nothwendiger Weise dann nur eine Flüssigkeit enthalten sein, welche nur mehr die Hälfte der ursprünglich vorhandenen in Wasser löslichen Körper enthält, die andere Hälfte ist in dem umgebenden Wasser gelöst.

Bei oftmaligem Wechsel des Wassers erneuert sich dieser Vorgang in derselben Weise; setzt man den ursprünglichen Gehalt der Zelle an löslichen Stoffen $= 1$ oder 100 Percent, so beträgt er, nachdem das erste Extract beseitigt ist, nur mehr $^1/_2$ oder 50 Percent, nach der zweiten Extraction nur mehr $^1/_4$ oder 25 Percent, nach der dritten Extraction $^1/_8$ oder 12·5 Percent, nach der vierten $^1/_{16}$ oder 6·25 Percent, nach der zehnten Extraction $^1/_{1024}$ oder 0·0976 Percent. Der Rechnung nach könnte man die Arbeit in der Praxis schon mit der sechsten Extraction abschließen, denn der Pflanzentheil

enthielte dann nur mehr $^1/_{64}$ oder 1·56 Percent der ursprünglich vorhandenen löslichen Stoffe.

In der Praxis geht nun allerdings die Auslaugung oder Extraction der löslichen Körper durch Lösungsmittel nicht so glatt vor sich, wie dies der vorstehend skizzirten Theorie nach der Fall zu sein scheint; man bedarf immer viel größerer Mengen von Lösungsmitteln, respective eines viel öfter vorgenommenen Wechsels der letzteren, um die Pflanzentheile so vollständig von den in ihnen enthaltenen Lösungsmitteln zu befreien, daß von letzteren nur ein kleiner Bruchtheil in den Rückständen zurück gehalten wird und nimmt auch die Zeit, während welcher die Pflanzentheile mit den Lösungsmitteln in Berührung bleiben, einen wesentlichen Einfluß auf den Verlauf der Extraction.

Es ist nämlich durch viele Versuche festgestellt worden, daß die Zeit, während welcher unter sonst gleichen Umständen eine gewisse Menge einer Substanz durch Membranen an die umgebende Flüssigkeit abgegeben wird, je nach der Substanz sehr verschieden lang ist; im Allgemeinen ist dieselbe für krystallinische Körper viel kürzer als für nicht krystallinische; es ist ferner erwiesen, daß die osmotischen Vorgänge durch Erwärmen der Flüssigkeit und die hierdurch bewirkte größere Beweglichkeit aller Theile derselben beschleunigt werden.

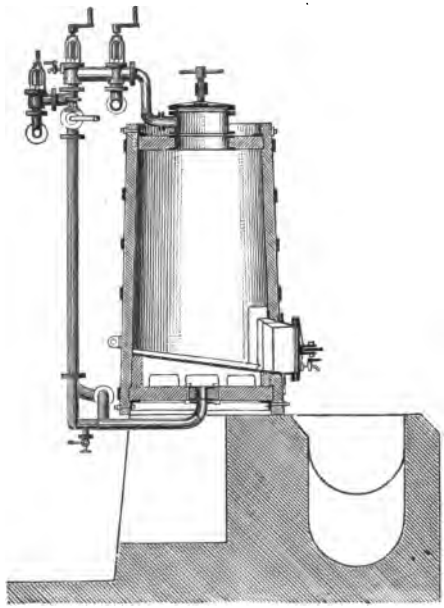
Wenn getrocknete Lohe zum Gerben verwendet werden soll, so bringt man sie bekanntlich mit Wasser und den zu gerbenden Häuten in die Lohgruben; es löst sich Gerbstoff in dem Wasser, wird aber aus diesem wieder auf die gelockerten Fasern der Haut niedergeschlagen (die Haut wird „gegerbt"), das Wasser löst abermals Gerbstoff auf, und so fort, bis die Lohe nach einer gewissen Zeit als an Gerbstoff „erschöpft" beseitigt und durch frische Lohe ersetzt wird.

Das Verfahren zur Darstellung von concentrirten Lohbrühen, Gerbstoffextract und Farbstoffextracten nach Kohlrausch.

Bringt man Lohe mit immer neuen Wassermengen zusammen, so muß dieselbe durch den osmotischen Vorgang, wie eben auseinander gesetzt worden, nach einer gewissen Zeit an löslichen Stoffen „erschöpft" sein; bringt man aber die Lösung, welche schon aus einer gewissen Menge von Lohe lösliche Körper aufgenommen hat, mit neuer noch nicht ausgelaugter Lohe zusammen, so nimmt sie aus dieser abermals lösliche Körper auf und wird hierdurch offenbar concentrirter. Da nun das Wasser für die in der Lohe enthaltenen Körper ein sehr großes Lösungsvermögen besitzt, so wird man es durch zweckmäßige Behandlung einer gewissen, in verschiedene Gefäße vertheilten Lohemenge mit einem bestimmten Wasserquantum einerseits dahin bringen, die Lohe vollständig zu „erschöpfen", andererseits hochconcentrirte Lösungen: „Loheextract" zu erhalten. Nach dem von Kohlrausch angegebenen patentirten Verfahren, welches auf die in Vorstehendem entwickelten Thatsachen basirt ist, kann man thatsächlich aus Lohe „Lohbrühen" von beliebiger Concentration, eventuell dickflüssiges „Gerbstoffextract", sowie aus Farbhölzern die Farbstoffextracte darstellen, und bietet dieses Verfahren nebst der schon oben Seite 288 angedeuteten leichteren Verfrachtung der nach demselben gewonnenen Producte noch den wesentlichen Vortheil, daß die zu verarbeitenden Rohmaterialien (Rinden und Farbhölzer) nicht fein gemahlen zu sein brauchen, um vollständig extrahirt werden zu können, sondern daß man sie unmittelbar in größeren Stücken anwenden kann. Wie aus der Beschreibung des Verfahrens zu entnehmen sein wird, wäre es kaum möglich, ganz feines Lohmehl, respective feingeraspeltes Farbholz nach demselben zu verarbeiten.

Der Apparat, dessen sich Kohlrausch zur Extraction von Rinden und Hölzern bedient, besteht aus einer Anzahl von zehn bis zwanzig Extractionsgefäßen, welche sowohl untereinander als mit einem hochgestellten Wasserbehälter und einem Dampfkessel verbunden sind. Fig. 56 stellt ein Extractionsgefäß dar, und zwar im Durchschnitte sammt den zugehörigen Röhrenleitungen und Wechseln, durch welche es mit den benachbarten Extractionsgefäßen, dem Wasserbehälter und dem Dampfkessel verbunden ist; Fig. 57 zeigt in der Daraufsicht drei mit einander verbundene Extractionsgefäße.

Fig. 56.

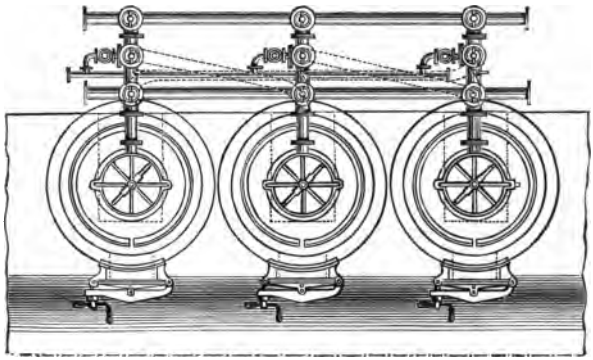


Die Extractionsgefäße bestehen aus hölzernen oder kupfernen Gefäßen, welche nach oben hin schwach conisch zulaufen und so fest gearbeitet sein müssen, daß sie den Druck einer Atmosphäre zu ertragen vermögen. In dem oberen Boden ist ein hutförmiger Aufsatz aus Kupfer befestigt, welcher durch einen Deckel fest verschlossen werden kann und zum Eintragen des zu extrahirenden Materiales sowie zur Einführung der Dampf- und Wasserleitung dient. Eine

unmittelbar über dem Boden angebrachte Oeffnung in der Mantelfläche des Gefäßes, welche ebenfalls durch eine Verschraubung fest verschlossen werden kann, dient dazu, das ausgenützte Materiale aus dem Gefäße zu entfernen.

Ueber dem Boden des Gefäßes ist ein schiefgestellter Siebboden angebracht, welcher das eingeworfene Materiale trägt; in dem Raume zwischen beiden Böden sammelt sich das Extract und kann durch das in den Boden einmündende Rohr abgelassen oder nach einem anderen Extractionsgefäße

Fig. 57.



geschafft werden. Alle an dem Apparate vorhandenen Metalltheile, welche mit der Flüssigkeit in Berührung kommen, müssen aus einem Metalle angefertigt sein, welches nicht unmittelbar auf Gerbstoff reagirt, z. B. aus Kupfer; Eisen ist in diesem Falle ganz unbrauchbar, da es mit dem Gerbstoffe sehr dunkel schwarzblaue oder schwarzgrün gefärbte Verbindungen bildet und man keine hellfarbigen, klaren Extracte, sondern thatsächlich eine der gewöhnlichen Schreibtinte sehr naheſtehende Flüssigkeit gewinnen würde.

Wenn der Apparat z. B. aus zehn Extractionsgefäßen besteht, so wird die Arbeit mit demselben in folgender Weise eingeleitet:

Die zehn Gefäße I bis X werden mit Lohe oder Farbholzstücken gefüllt und verschlossen; aus dem hochstehenden Wasserbehälter wird I mit Wasser gefüllt und dieses, um die Extraction zu beschleunigen, durch Dampf auf 50 bis 70° C. erwärmt. Nach einer gewissen Zeit drückt man den Inhalt von I nach II und füllt I neuerdings mit Wasser, so daß nunmehr der Inhalt von II mit der aus I kommenden Lösung, jener von I mit einer neuen Wassermenge unter Druck und gleichzeitiger Erwärmung in Berührung steht. Der Inhalt von II kommt dann nach III, jener von I nach II und wird I abermals mit Wasser gefüllt u. s. w.

Schließlich erhält man aus dem Extractionsgefäße X ein hochconcentrirtes Lohextract, respective Lösung von Farbstoff, indem die zur Füllung eines Extractionsgefäßes erforderliche Wassermenge zehnmal mit neuer Lohe oder Farbholz in Berührung kam; der Inhalt von I ist mit der zehnfachen Wassermenge behandelt worden, wird als „erschöpft" beseitigt und I neu beschickt. Die Reihenfolge der Gefäße wird nun in der Weise abgeändert, daß das ursprünglich mit II bezeichnete Gefäß als I bezeichnet werden muß und das Gefäß I als X zu betrachten ist; nach zehnmaligem Turnus ist die ursprünglich angegebene Reihenfolge der Gefäße wieder hergestellt.

Die concentrirten Lohbrühen, welche man aus einem solchen Apparate erhält — der Gerbstoff der Lohe soll bis zu 99 Percent extrahirt werden — können, nachdem sie, um das Eintreten von Zersetzungen (durch Schimmelbildung, welcher sie sehr unterworfen sind) zu verhüten, mit etwas Carbolsäure versetzt wurden, in Fässern verschickt werden,

oder man kann sie durch Eindampfen so stark concentriren, daß sie die Beschaffenheit von Syrup erlangen und dann als „Gerbstoffextract", „Eichenlohextract", „Fichtenlohextract" ꝛc., je nach dem angewendeten Materiale (gleichfalls in Fässern), versenden.

Nachdem der Gerbstoff ein ungemein leicht zersetzbarer Körper ist und beim Eindampfen seiner Lösung in offenen Gefäßen schon stark verändert wird, muß das Eindampfen unter Anwendung besonderer Vorsichtsmaßregeln, unter vermindertem Druck und bei sehr niederer Temperatur, in sogenannten Vacuumpfannen vorgenommen werden.

Die Vacuumpfannen werden gegenwärtig vielfach zum Zwecke der Concentration von Flüssigkeiten verwendet, welche Körper enthalten, die durch Erwärmen über eine gewisse Temperatur nachtheilige Veränderungen erleiden würden, z. B. von Zuckerlösungen. Dem Principe nach besteht jeder derartige Apparat aus einem dickwandigen Gefäße von Kupfer, in dem eine Dampfschlange liegt, durch welche die Erwärmung der Flüssigkeit bewerkstelligt wird. Dieses Gefäß ist mit einer Luftpumpe verbunden, welche bei Beginn der Operation die Luft, später die Wasserdämpfe wegsaugt, so daß die Flüssigkeit in dem Abdampfgefäße während der ganzen Arbeit des Eindampfens unter niederem Drucke steht.

Lohextracte und Auszüge von Farbhölzern kommen unter diesen Verhältnissen meist schon unter 60 Grad in lebhaftes Sieden und ist bei dieser niederen Temperatur keine Zersetzung des Gerbstoffes, respective der Farbstoffe zu befürchten. Nachdem die Lösungen bis zur entsprechenden Concentration abgedampft sind, läßt man sie unmittelbar aus dem Vacuumapparate in die zu ihrer Versendung bestimmten Fässer fließen, wo sie, je nachdem man das

Abdampfen mehr weniger weit getrieben hat, zu syrupdicken bis ganz festen Massen erstarren.

Es ist von Wichtigkeit, die Fässer, in denen das Extract versendet werden soll, unmittelbar nachdem sie mit der heißen Flüssigkeit gefüllt wurden, fest zu verschließen; man bewahrt hierdurch die eingedickten Extracte am einfachsten und sichersten vor dem Verderben, welchem sie sonst durch Ansiedelung von Schimmelpilzen sehr ausgesetzt sind. Wenn nämlich im Fasse selbst Schimmelkeime enthalten sind, oder aus der Luft in das Extract gelangen, so werden sie durch die Berührung mit der auf 60° C. erwärmten Flüssigkeit entweder geradezu getödtet oder doch ihre Entwicklungsfähigkeit für sehr lange Zeit unterdrückt — die Extracte bleiben dann in den geschlossenen Gefäßen vollkommen unverändert.

Erfahrungsmäßig wagen viele Gerber die Lohextracte aus dem Grunde nicht anzuwenden, weil sie fürchten, durch Anwendung zu concentrirter Brühen Leder von schlechter Beschaffenheit zu erhalten. Es ist nun mit keinen Schwierigkeiten verbunden, auszumitteln, wie viele Liter Wasser zur Lösung von 1 Kilogramm eines bestimmten Gerbstoffextractes verwendet werden müssen, um eine Lohbrühe von gewisser Stärke zu erhalten.

Man hat in diesem Falle blos den Gehalt des Extractes an reinem Gerbstoff zu ermitteln, um daraus sogleich bestimmen zu können, wie stark eine Gerbbrühe wirken kann, wenn man 1 Kilogramm des Extractes in x oder y Liter Wasser löst.

Anhang.

Die Verwerthung der Birkenrinde.

Die Birkenrinde kann in derselben Weise als Lohe verwendet werden, wie andere Baumrinden, sie findet aber

in manchen Gegenden, namentlich in Nordeuropa eine ganz specielle Verwerthung, welche unter Umständen auch bei uns sehr einträglich sein kann. Unterwirft man Birkenrinde der trockenen Destillation, so erhält man zwar die bei der trockenen Destillation von Holzsubstanz gewöhnlich auftretenden Körper: Gase, Holzessig und Theer, aber die Menge des letzteren ist eine verhältnißmäßig sehr große und soll bis zu 60 Percent (?) des Gewichtes der ursprünglich angewendeten Rinde betragen.

Der Birkentheer, oder wie er auch fälschlich genannt wird, das Birkentheeröl, besitzt einen ganz specifischen Geruch, welcher jener des Juchtenleders ist, indem dieses mit Birkentheeröl eingerieben wird. Die angeblich aus Juchtenleder bestehenden Luxus-Lederwaaren sind meistens aus anderem leichten Leder angefertigt nnd verdanken den „Juchtengeruch" eben nur dem Umstande, daß sie wie das echte Juchtenleder mit Birkentheeröl eingerieben werden. Am zweckmäßigsten wird man die Destillation der Birkenrinde in großen eisernen Kesseln vornehmen, welche mit einem Helme versehen und mit einer Kühlschlange verbunden sind; die Destillationsproducte Holzessig und Theer lassen sich hierdurch mit Leichtigkeit vollständig gewinnen und scheidet sich das Destillat in der Ruhe in zwei scharf von einander getrennte Schichten. Nachdem die Ausbeute an Essigsäure bei der trockenen Destillation der Rinden immer nur eine geringfügige ist, lohnt es sich nicht, den Holzessig selbst zu verarbeiten, sondern man sammelt ihn und verwerthet ihn an solche Fabriken, welche sich speciell mit der Darstellung von reiner Essigsäure aus Holz beschäftigen.

XV. Die Gewinnung von Harz und ätherischen Oelen aus Hölzern.

Durch das sogenannte Schweelen der Nadelhölzer (vergleiche Seite 184) kann man nebst den Producten der trockenen Destillation auch das in dem Holze enthaltene Terpentinöl, sowie einen Theil des Harzes, letzteres aber nur in sehr unreinem Zustande gewinnen, ebenso kann man bei der Verarbeitung harzreicher Nadelhölzer auf Cellulose das Terpentinöl in reinem Zustande abscheiden (Seite 267). In manchen Gegenden wird aber die Gewinnung von Harz und ätherischem Oel aus den harzreichen Bäumen systematisch betrieben, und zwar in der Weise, daß das Holz noch als solches verwerthet werden kann, indeß das aus den Bäumen gewonnene Rohharz für sich allein weiter verarbeitet und zur Darstellung von Terpentin, Terpentinöl, Harz (Colophonium), Harzöl und Pech verwendet wird.

Da es nicht in der Aufgabe dieses Werkes liegt, die forstliche Seite der Harzgewinnung näher zu besprechen, sei hier blos erwähnt, daß man das Harz durch Hervorbringung starker Verletzungen an dem Baume gewinnt, daß aber diese Verletzungen nicht derart sein dürfen, daß sie das weitere Wachsthum des Baumes gefährden. In Oesterreich, woselbst eine ungemein harzreiche Varietät der Föhre (Pinus austriaca) überall auf den Kalkbergen heimisch ist, verfährt man hierbei auf folgende Art:

Am Fuße des Stammes wird in das Holz eine muldenartige Vertiefung gehauen, welche zur Aufnahme des Rohharzes dient. Bisweilen wendet man an Stelle dieses Harzbehälters Thontöpfe von passender Form an, und bindet

diese Töpfe mittelst eines um den Stamm gelegten Drahtes fest. Damit das Harz abfließe, wird an dem Stamme, welcher sich über dem Behälter befindet, ein Stück der Rinde weggehauen, anfangs oft nur 30 Centimeter hoch. Wenn das Ausfließen des Harzes an der verletzten Stelle nachläßt, wird die Rinde weiter nach oben hin weggenommen und fährt man damit fort, so lange der Baum überhaupt noch Harz giebt. Bei manchen Stämmen wird während einer Reihe von Jahren allmählich die Rinde bis zu vier Meter Höhe vom Boden auf gemessen und bis zum halben Umfange des Stammes weggenommen. Damit das längs des Stammes herabfließende Harz sicher in den hierfür bestimmten Behälter gelange, werden in dem von der Rinde befreiten Stammtheile Hiebe in schiefer Richtung angebracht und in den so entstandenen Spalt dünne Holzspäne gesteckt, welche das herablaufende Harz zwingen, in den Behälter zu fließen.

In dem Behälter sammelt sich eine zähe honiggelbe Harz-Masse, über derselben eine wässerige Flüssigkeit an; von Zeit zu Zeit werden die Behälter mittelst eines passend geformten Löffels entleert, das Harz in größeren Fässern gesammelt und gewöhnlich erst im Herbste nach der Fabrik gefahren, in welcher es weiter verarbeitet werden soll.

In Südtirol und im Thale St. Martin in Piemont gewinnt man den sogenannten venetianischen Terpentin aus den Stämmen von Larix decidua Mill., indem man etwa 30 Centimeter über dem Boden in den Stamm ein Loch von 2 bis 3 Centimeter Durchmesser bohrt; in Tirol wird das Loch bis zum Mittelpunkte des Stammes gebohrt und die Oeffnung mit einem Stöpsel geschlossen. Während des Sommers füllt sich die Höhlung mit Terpentin, der im Herbste abgelassen wird, worauf man die Oeffnung während des Winters geschlossen hält und im nächsten Jahre aus

derselben abermals Terpentin erhält. Die jährliche Ausbeute an Terpentin soll an einem Stamme zwischen 100 und 300 Gramm betragen.

Im Thale von St. Martin bohrt man die Löcher an der Südseite des Stammes, aber nicht bis zum Mittelpunkte ein, befestigt in ihnen Holzröhren und läßt durch diese den Terpentin ausfließen. Hört der Baum auf, Terpentin abzugeben, so verschließt man das Rohr, öffnet es nach 14 Tagen und gewinnt neuerdings Terpentin, und zwar jährlich $3^1/_2$—4 Kilogramm. Daß der Baum durch diese Behandlung leiden müsse, ist leicht einzusehen und wird daher auch eine große Menge venetianischen Terpentines nicht auf diese Weise, sondern dadurch gewonnen, daß man die im oberen Theile des Stammes sehr zahlreich vorhandenen sogenannten Harzbeulen öffnet und den Inhalt derselben (Terpentin) ausfließen läßt.

Die Lösungen von Harzen in ätherischen Oelen, wie man selbe aus verschiedenen Baumarten gewinnt, werden „Balsame" genannt, jene, welche man aus den Nadelhölzern erhält, bezeichnet man als „Terpentine." Da unter den in Mittel-Europa vorkommenden Holzarten die Nadelhölzer allein in großem Maßstabe zur Gewinnung von Harzproducten verwendet werden, so beschränken wir uns auf die Schilderung der Methoden, welche diesbezüglich im Gebrauche stehen.

Die Terpentine bilden sich während der Vegetationsperiode in der Rinde und im jungen Holze und scheiden sich in meist langgestreckten Zellen, den sogenannten Balsamgängen ab, welche durch Vereinigung mehrerer Zellen zu einander entstanden sind. Solche Stellen, an welchen sich Terpentin in größeren Mengen sammelt, sind die oben erwähnten Harzbeulen; häufig durchbricht der Terpentin aber auch die Rinde und fließt an dem Stamme herab.

Die Beschaffenheit der Terpentine.

Die Eigenschaften der Terpentine sind in erster Reihe von der Art der Bäume abhängig, von welchen sie gewonnen werden und liefert jede Art unserer Nadelbäume, ja sogar die Varietäten derselben Art Terpentine von verschiedenem Flüssigkeitsgrade, Farbe, Geruch und Geschmack. Unmittelbar nach dem Ausfließen aus den Bäumen sind alle Terpentine durchsichtig und meist sehr hellgelb gefärbt und behalten auch manche diese Eigenschaften bleibend bei; es sind dies die „feinen" Terpentine. Andere Terpentinarten verlieren an feuchter Luft sehr bald ihre Durchsichtigkeit, werden trübe, indem sich in der Masse krystallinische Körper ausscheiden und bezeichnet man Terpentine von diesen Eigenschaften als „gemeine Terpentine."

Die Terpentine bestehen aus Gemischen von ätherischen Oelen mit Harzen und sind letztere wahrscheinlich als Oxydationsproducte ätherischer Oele anzusehen; die Angaben verschiedener Chemiker über die Eigenschaften der ätherischen Oele gehen aber ziemlich weit auseinander, was wohl auf die Verschiedenheiten der aus verschiedenen Bäumen gewonnenen Producte zurückzuführen ist. Der Terpentin, das Rohmateriale, aus welchem man Terpentinöl und Harz gewinnt, kommt im Handel in einer Reihe von Sorten vor, welche verschieden hoch im Preise stehen und von denen die nachbenannten die vorzüglichsten sind:

A. Gemeine Terpentine (an der Luft trübe werdend).

Deutscher Terpentin, von den in Deutschland heimischen Fichten- und Föhrenarten gewonnen, bildet im frischen Zustande eine zähe sehr dickflüssige Masse von gelber Farbe, starkem „Harzgeruch" und brennend scharfem

Geschmacke, welche an der Luft eine weißliche Farbe annimmt und trübe wird. Ein Theil des Terpentins, welcher an den von der Rinde befreiten Stellen der Fichtenstämme herabfließt, erhärtet fast vollständig zu klebrigen weißlichen Massen und wird am Ende des Sommers mittelst scharfer Werkzeuge von dem Holze abgeschabt, er bildet das sogenannte „Scheerharz."

Die unter dem Namen „Waldweihrauch" bekannten Harzmassen von meist birnförmiger oder thränenförmiger Gestalt sind Stücke von Scheerharz, welche von den Stämmen abgefallen sind und welche man nicht selten in Ameisenhaufen findet, wohin sie von den Ameisen geschleppt werden; in seinen Eigenschaften unterscheidet sich der Waldweihrauch von dem am Stamme erhärteten Harze wohl nur dann, wenn er durch lange Zeit in der Erde gelegen hat.

Französischer Terpentin vorzugsweise von der Strandfichte in der Umgebung von Bordeaux in großen Mengen gewonnen, ist in seinen Eigenschaften dem deutschen Terpentine sehr ähnlich, wird aber gewöhnlich bevor er in den Handel gebracht wird, einer Reinigung von fremden Körpern unterworfen, indem man ihn durch Stroh filtrirt; auf letzterem bleiben Rindenstückchen, Fichtennadeln, Insecten u. s. w., welche von der zähen Masse umschlossen werden, zurück und erhält man den Terpentin als ziemlich klare zähflüssige Masse.

Das als Galipot oder barras bezeichnete, mehr dem Harze als dem Terpentine gleichende Product wird in derselben Weise von der Strandfichte gewonnen, wie das Scheerharz bei der Gewinnung des deutschen Terpentines.

Amerikanischer Terpentin, meistens von Pinus palustris stammend, ist in neuerer Zeit auch in Europa ein starker Concurrent für die einheimischen Terpentine geworden;

das Galipot dieses Terpentines bildet dunkelgelbe glanzlose Massen.

In Bezug auf ihren Gehalt an ätherischem Oele (Terpentinöl) zeigen die Terpentine verschiedenen Ursprunges bedeutende Unterschiede; während deutscher Terpentin bis zu 32 Percent ätherisches Oel liefert, erhält man aus französischem höchstens 25, aus dem amerikanischen aber nur 17 Percent ätherisches Oel.

B. Feine Terpentine (an der Luft klar bleibend).

Venetianischer Terpentin von Larix decidua ist in ganz frischem Zustande milchartig getrübt, wird beim Stehen aber klar und bildet eine farblose bis bräunlich gefärbte fadenziehende Masse von nicht unangenehmem Harzgeruch und bitterem Geschmack; bei der Destillation liefert er zwischen 18 und 25 Percent ätherisches Oel.

Straßburger Terpentin aus den Harzbeulen der Weißtanne gewonnen, ist dem venetianischen sehr ähnlich, aber dünnflüssiger und dunkelfarbiger als dieser, von citronenartigem Geruch und scharf bitterem Geschmack.

Zu den feinen Terpentinen sind auch noch zu rechnen: 1. der canadische Terpentin von der Balsamtanne; derselbe ist fast ganz farblos, wohlriechend und scharf schmeckend. 2. Der Terpentin von Cypern oder Chios, welcher auf den griechischen Inseln und in Syrien von Pistacia Terebinthinus und Pistacia vera gewonnen wird; er hat eine eigenthümlich grünlich gelbe Farbe, ist dickflüssig, riecht zugleich nach Terpentin und Fenchel und schmeckt gewürzhaft. Der Oelgehalt ist auch bei den feinen Terpentinen sehr verschieden groß; venetianischer Terpentin ergiebt 18 bis 25 Percent ätherisches Oel, Straßburger 33·5 und canadischer Terpentin 18·6 Percent Oel.

Obwohl über die chemische Beschaffenheit der Terpentine und der aus ihnen darstellbaren Producte zahlreiche Arbeiten vorliegen, die in Bezug auf ihre Ergebnisse ziemlich weit auseinander gehen, ist doch bezüglich des Verhältnisses zwischen Terpentin, Terpentinöl und Harz mit Sicherheit Folgendes anzunehmen: Ein Terpentinöl (wie wir unten zeigen werden, scheint es eine ganze Reihe von „Terpentinölen" zu geben) nimmt Sauerstoff aus der Luft auf und geht hierdurch in Körper über, welche die Eigenschaften von Säuren besitzen und als Harze zu bezeichnen sind. Terpentinöl und Harz sind aber nur die Endglieder des Vorganges, und zwar insoferne als sich zuerst ein Gemenge beider Körper bildet: der Terpentin.

Wir können sonach die Terpentine als Lösungen von Harzen in Terpentinölen betrachten; anfangs ist nur eine geringe Menge von Harz vorhanden, und erscheint das Product ziemlich dünnflüssig; in dem Maße, in welchem die Oxydation des Oeles fortschreitet, nimmt dieses eine dickere Consistenz an, bis endlich eine vollkommen feste Masse vorhanden ist. Aber selbst wenn man dieses Rohharz jahrelang liegen läßt, riecht es noch nach Terpentinöl und läßt sich noch eine gewisse Menge des Oeles durch Destillation gewinnen, so daß zu vermuthen steht, die eigenthümliche Beschaffenheit des sich immer mehr verdickenden Terpentines verhindere die vollständige Verflüchtigung des Terpentinöles.

Nach älteren Untersuchungen von Unverdorben enthält das aus den Terpentinen dargestellte Harz mehrere Säuren, und zwar: Pininsäure oder α Harz in hochpercentigem Weingeist löslich; Silvinsäure oder β Harz in Weingeist unlöslich; η Harz von nicht saurer Beschaffenheit. Außer diesen in allen Terpentinharzen vorkommenden Körpern soll im französischen Terpentin eine weitere Säure,

Pimarsäure, im Straßburger und canadischen Terpentin eine Säure: Abietinsäure und Abietin enthalten sein.

Die Pininsäure stellt einen gelbbraunen amorphen Körper von stark sauren Eigenschaften dar, dessen Alkalisalze in Wasser löslich sind (Harzseifen); die Zusammensetzung der Pininsäure stimmt mit jener der Silvinsäure überein ($C_{20} H_{30} O_2$), und liegt der Unterschied zwischen beiden Säuren hauptsächlich darin, daß die Silvinsäure krystallinisch ist; die Krystalle sind große rhombische Säulen, welche sich leicht in Weingeist und ätherischen Oelen lösen, bei 150 bis 170° C. schmelzen und bei längerem Erhitzen auf etwa 240° in eine neue, nicht krystallisirbare Verbindung: Colopholsäure übergehen.

Die Pimarsäure ist krystallinisch, schmilzt bei 155 Grad und sublimirt bei 170° C. und ist ebenso zusammengesetzt wie die Silvinsäure. Die Krystalle werden beim Liegen an der Luft undurchsichtig und lösen sich dann leichter in Weingeist als früher. Durch Erhitzen liefert sie neben Wasser als Zersetzungsproducte das neutrale Pimaron ($C_{20} H_{28} O_4$) und Pyromarsäure, welch' letztere in der Zusammensetzung, nicht aber in der Krystallform mit der Pimarsäure übereinstimmt. Das Abietin wird aus dem Harze des Straßburger und canadischen Terpentines durch Ausziehen mit heißem Weingeist und Abkühlen der Lösung in Form von rectangulären Prismen gewonnen.

Nach Maly kommt in dem Terpentin nur eine einzige Säure, die Abietinsäure, vor, welche in dem frischen Terpentine in wasserfreiem Zustande in Terpentinöl gelöst ist; beim Eintrocknen des Terpentines hinterbleibt sie als eine gelbe, nicht krystallisirte spröde Masse, welche sich leicht in Weingeist und Aether löst und bei 90° C. weich wird. Fügt man zu der Lösung der Säure in Weingeist eine gewisse

Menge von Wasser, so trübt sich die Flüssigkeit und scheidet dann Krystalle von wasserhaltiger Abietinsäure aus, welche erst bei 165° C. schmilzt; die nicht krystallisirte Abietinsäure hat die Zusammensetzung C_{44} H_{62} O_4, die krystallisirte C_{44} H_{64} O_5.

Dieser Anschauung entsprechend ist der frische Terpentin eine Lösung von wasserfreier Abietinsäure in Terpentinöl; an trockener Luft verdunstet das Oel allmählich und hinterbleibt die Säure als durchsichtige amorphe Masse, an feuchter Luft verwandelt sie sich in die krystallinische Säure und erscheint der Terpentin hierdurch undurchsichtig oder zum mindesten trübe.

Die Verarbeitung der Terpentine.

Die Terpentine oder das Rohharz, welches man durch das „Anharzen" der Bäume gewinnt, werden durch Destillation weiter verarbeitet und erhält man als Hauptproducte Terpentinöl und Harz, welch' letzteres je nach der Behandlung sehr verschiedene Eigenschaften zeigt. Die Destillation der Terpentine wurde und wird auch gegenwärtig noch an vielen Orten in sehr primitiver Weise ausgeführt, so. daß das Harz, welches hinterbleibt, nachdem das Terpentinöl abdestillirt ist, zum Theile der trockenen Destillation unterzogen wird und je nach der Höhe, bis zu welcher man die Temperatur gesteigert hat, gelbes, rothes, schwarzes Harz (Pech) liefert.

Das roheste Verfahren, nach welchem harzreiche Hölzer verarbeitet werden, ist das auf Seite 105 geschilderte Theerschweelen, wodurch man Anfangs eine hellbraun gefärbte Masse: weißen Theer enthält, indeß in den späteren Stadien des Schweelens immer dunkelfarbigere Theermassen abfließen: schwarzer Theer. Durch Destillation des weißen Theeres mit

Wasser erhält man ein wenig werthvolles, weil durch Producte der trockenen Destillation meist unangenehm brenzlich riechendes Oel, das sogenannte „Kienöl" (oder auch polnisches Terpentinöl), und als Rückstand im Destillirgefäße eine gelblich weiße Masse, welche bei Sommerwärme stark erweicht. Der schwarze Theer, in gleicher Weise behandelt, liefert „Pechöl" und schwarzes glasiges „Pech" von höherliegendem Schmelzpunkte. Durch Behandlung der harzreichen Hölzer in den Thermokesseln (Seite 138) erzielt man bei zweckmäßig geleisteter Arbeit zwar eine gewisse Menge reineren Terpentinöles, ohne jedoch Harz von besonderer Reinheit zu gewinnen.

Darstellung der Harze und des Terpentinöles durch Destillation der Rohharze.

Feinere Producte, sowohl Terpentinöl als Harz, lassen sich nur gewinnen, wenn man die Destillation des Rohharzes oder Terpentines mit Wasser vornimmt, indem es dann bei vorsichtiger Arbeit möglich ist, die Zersetzung des Harzes hintanzuhalten. Die hierzu verwendeten Apparate bestehen aus kupfernen Destillirblasen, welche durch einen Helm mit einer Kühlschlange in Verbindung gesetzt werden.

Beim Erhitzen des Terpentines mit Wasser wird das Terpentinöl fast vollständig verflüchtigt und trennt sich beim Stehen des Destillates von dem Wasser, auf welchem es schwimmt; der Rückstand in der Destillirblase, der sogenannte „gekochte Terpentin" besteht aus den Harzsäuren, kleinen Mengen von Terpentinöl, Wasser und den etwa vorhandenen mechanischen Verunreinigungen des Rohharzes, wie Fichtennadeln, Rindenstückchen u. s. w.

Die Eigenschaften des gekochten Terpentines oder des „Gallipot" sind von der Beschaffenheit des ursprünglich angewendeten Rohmateriales abhängig.

Der „deutsche gekochte Terpentin" bildet eine gelblich braune undurchsichtige Masse, welche in der Kälte spröde, bei gewöhnlicher Temperatur aber ziemlich weich ist, und zwar um so weicher, je mehr Terpentinöl sie noch enthält; bei längerem Aufbewahren wird der gekochte Terpentin infolge der Verflüchtigung von Oel allmählich fester. Durch sehr vorsichtiges Erhitzen des gekochten Terpentines, nachdem das Wasser und Terpentinöl abgetrieben ist, kann man noch einen Theil des Terpentinöles gewinnen und erhält dann als Rückstand eine Masse von größerer Consistenz; es ist aber in diesem Falle schwer, ein hellfarbiges Product zu erzielen, indem die Harze schlechte Wärmeleiter sind und infolge dessen die unmittelbar mit der Wandung der Destillirblase in Berührung stehenden Partien theilweise trocken destillirt werden. Das französische und amerikanische Gallipot werden meistens auf diese Weise behandelt und erscheinen als gelbgefärbte glanzlose Massen von ziemlicher Härte.

Das sogenannte „gelbe Fichtenharz" wird dargestellt, indem man, nachdem das Terpentinöl abdestillirt ist, die Destillirblase schnell öffnet, die in derselben befindliche geschmolzene Masse durch Leinwand filtrirt und gewöhnlich in Kübeln, welche nach oben hin weiter sind, erstarren läßt. Je wasserärmer das Harz ist, desto glasiger sieht es aus, je weniger hoch die Temperatur war, der es ausgesetzt wurde, um so hellfarbiger ist es; enthält es noch viel Wasser, so fehlt das glasige Aussehen gänzlich und erscheint das Fichtenharz als weißliche oder gelbe Masse, welche auch nicht den schön muscheligen Bruch des völlig entwässerten Harzes besitzt; das Product nähert sich dann immer mehr jenem, das man als „weißes Harz" bezeichnet und welches man dadurch darstellt, daß man die Destillation unterbricht, wenn mit den Wasserdämpfen kein Terpentinöl mehr übergeht.

Das „burgundische Pech" ist Fichtenharz, welches in der oben angegebenen Weise durch vorsichtiges Erhitzen von Terpentinöl befreit wurde; da man diese geschätzte Sorte Harz mit hellgelber Farbe im Großen nur durch Dampfdestillation darstellen kann, stellt man häufig eine ebenfalls als „burgundisches Pech" in den Handel gebrachte Imitation des Präparates durch Zusammenschmelzen von Colophonium mit Gallipot dar; in ähnlicher Weise wird das gelbe Fichtenharz durch Zusammenschmelzen von Colophonium, weißem Harz und Wasser nachgeahmt.

Das Colophonium entsteht dadurch, daß man das Harz, nachdem das Terpentinöl und Wasser vollständig verflüchtigt ist, eine Zeitlang erhitzt, bis eine Probe die Eigenschaften erlangt hat, welche dem Colophonium der betreffenden Harzart entspricht; man kann daher das Colophonium als Harz bezeichnen, welches schon theilweise durch trockene Destillation zersetzt wurde. Die Beschaffenheit des Colophoniums scheint nicht blos von der Temperatur abhängig zu sein, bis zu welcher dasselbe erhitzt wurde, sondern auch durch die specifischen Eigenschaften des Rohmakeriales bedingt zu sein.

Das Colophonium erscheint als schwach gelblich bis dunkelrothbraun gefärbte, vollkommen durchsichtig und glasig aussehende Masse, und ist entweder so weich, daß es den Eindruck des Fingernagels annimmt oder läßt sich erst mit einem eisernen Nagel ritzen; es ist durchscheinend bis undurchsichtig, zwischen diesen Extremen in Farbe, Härte und Durchsichtigkeit finden sich alle nur denkbaren Uebergänge vor. Unter dem Mikroskope erscheint das Pulver mancher Colophoniumsorten völlig amorph, bei dem anderer, namentlich der weichen Sorten, erkennt man, daß in eine amorphe Grundmasse prismatische Krystalle eingelagert sind.

Amorphes Colophonium ist ungemein spröde, leicht zu pulvern und fast ganz geruch- und geschmacklos; es schmilzt in der Wärme und wird zuvor schon sehr weich, und löst sich in Weingeist, Aether, Schwefelkohlenstoff, in fetten und ätherischen Oelen und in Alkalien; das specifische Gewicht schwankt zwischen 1·010 bis 1·080.

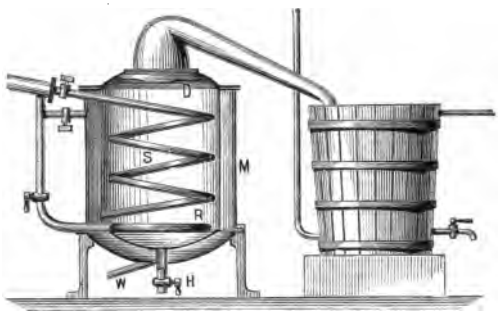
Das Colophonium wird vielfach zur Fabrikation von Seifen verwendet und ist für diesen Zweck um so werthvoller, je hellfarbiger es ist; um aber Colophonium zu entfärben, reicht man mit den gewöhnlichen Bleichmitteln nicht aus, indem diese auf die Harzsubstanz selbst in energischer Weise einwirken, sondern muß zu diesem Behufe die Harzsäuren nach dem von Hauth und Pochin angegebenen Verfahren der Destillation unterwerfen; dasselbe beruht darauf, daß diese Säuren in einem Dampfstrome von entsprechend hoher Temperatur verflüchtigt werden können. Das Colophonium wird geschmolzen, so weit erhitzt, bis sich über demselben weißliche Nebel zeigen und dann durch Einleiten eines Stromes von überhitztem Wasserdampf die Destillation der Harzsäuren eingeleitet.

Die Destillation des Rohharzes mittelst Dampf.

Das durch Destillation des Rohharzes in Destillirblasen mit directer Beheizung gewonnene Terpentinöl ist fast immer durch eine gewisse Menge anderer Kohlenwasserstoffe, welche durch die Zersetzung der Harzsäuren entstehen, verunreinigt, und besitzt auch das Colophonium infolge dieser Zersetzung eine ziemlich dunkle Farbe, welche den Werth des Productes vermindert. Wenn man die Destillation des Rohharzes unter Anwendung von Wasserdampf ausführt, so erhält man nicht nur das Terpentinöl frei von allen Zersetzungsproducten des Colophoniums selbst, sondern das

letztere mit der hellsten Farbe, welche es seiner Abstammung nach überhaupt besitzen kann; außerdem bietet dieses Verfahren den Vortheil, daß man sehr große Mengen von Rohharz in einer Operation und unter Aufwand der geringst möglichen Brennstoffmenge verarbeiten kann. Es ergiebt sich aus diesen Aufzählungen wohl von selbst, daß nur das Verfahren der Destillation des Terpentines mittelst Dampf das allein empfehlenswerthe sei.

Fig. 58.



Der Destillirapparat, dessen man sich für diese Zwecke bedient, kann so ausgeführt werden, daß er bis zu 4000 Kilogramm Rohharz faßt und besteht aus zwei Haupttheilen: der Destillirblase und dem Filtrirapparate. Die Destillirblase D, Fig 58, ist aus Kupfer angefertigt, von einem Dampfmantel M umgeben und außerdem, der schnelleren Erwärmung wegen, mit einer Dampfschlange S versehen.

Nebst dieser Schlange liegt in der Destillirblase ein ringförmiges Rohr R, welches an der Unterseite mit vielen engen Oeffnungen versehen und selbstständig mit dem Dampfkessel verbunden ist. Das Rohr W dient zum Ablaufe des

zwiſchen Mantel und Blaſe ſich condenſirenden Waſſers, das Rohr H zum Ablaſſen des von Terpentinöl befreiten geſchmolzenen Harzes.

Nachdem die Deſtillirblaſe mit Rohharz gefüllt iſt, läßt man Dampf von 2 bis 3 Atmoſphären Spannung in den Raum zwiſchen Mantel und Blaſe treten und gleichzeitig durch die Dampfſchlange ſtreichen, welche in der Blaſe ſelbſt liegt. Sobald der Inhalt der Blaſe ganz flüſſig geworden und aus der Kühlſchlange ſchon Oeltropfen abzufließen anfangen, läßt man durch das in der Blaſe liegende Ringrohr auch Dampf in das Innere der Blaſe treten; der Dampfſtrom bringt das Terpentinöl zur Verflüchtigung und verdichtet ſich in der Kühlſchlange ein Gemiſch aus Waſſer und Terpentinöl, welches in Apparaten aufgefangen wird, die nach Art der ſogenannten Florentinerflaſchen conſtruirt ſind.

Fig. 59.

Nach beendetem Abtrieb des Terpentinöles wird der Zutritt des Dampfes in das Innere der Deſtillirblaſe ſelbſt abgeſperrt, letztere aber noch einige Zeit von außen erhitzt, um das Harz völlig waſſerfrei zu erhalten und dann ſogleich zur Filtration des letzteren geſchritten. Damit die Filtration des geſchmolzenen Harzes raſch vor ſich gehe, iſt es nothwendig, daſſelbe während des Filtrirens durch andauerndes Erwärmen dünnflüſſig zu erhalten und es unter Druck durch die als Filter wirkende Subſtanz zu treiben. Fig. 59 verſinnlicht die Einrichtung eines Apparates, welcher dieſen Bedingungen entſpricht.

Ein aus starkem Blech angefertigter Cylinder C, der oben mit einer Oeffnung O versehen ist, durch die man das geschmolzene Harz aus der Destillirblase einströmen läßt, und welcher mit einem Dampfmantel D umgeben ist, besitzt einen abnehmbaren nach unten gewölbten Boden, in dessen Mitte eine siebförmig durchlöcherte Platte P eingesetzt ist, auf welcher ein Filtrirtuch liegt; unter dem Abflußrohre werden die Gefäße aufgestellt, in denen das filtrirte Harz erstarren soll.

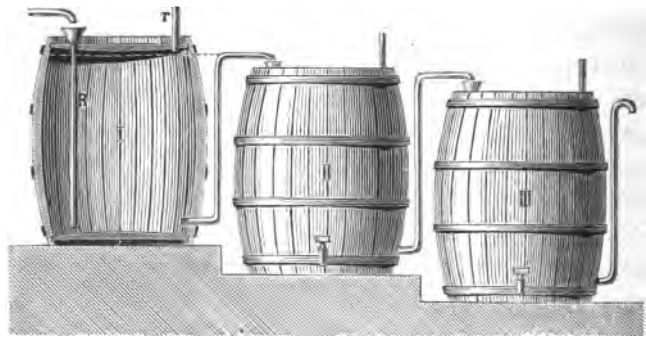
Unmittelbar bevor man das geschmolzene Harz aus der Destillirblase in das Filter abströmen läßt, wärmt man dieses durch Dampf an, füllt es mit Harz, verschließt die Oeffnung und läßt nun durch Oeffnen des Hahnes H Dampf auf die Oberfläche des geschmolzenen Harzes wirken; der Druck des Dampfes treibt das Harz durch das Filtrirtuch und hinterbleiben auf letzterem alle festen Körper, welche dem Harze beigemischt waren. Nach beendeter Filtration wird der Dampf abgestellt, der Boden des Filters abgenommen und das Filtrirtuch durch ein anderes ersetzt. — Man kann das aus der Kühlschlange des Destillirapparates (Fig. 58) abfließende Gemisch aus Wasser und Terpentinöl einfach in einer Kufe auffangen, welche in verschiedener Höhe mit Ablaßhähnen versehen ist, und nachdem sich beide Flüssigkeiten durch Ruhen getrennt haben, das Wasser oder das auf ihm schwimmende Oel ablassen. Da es aber am zweckmäßigsten ist, das Terpentinöl so wenig als möglich mit Luft in Berührung zu bringen, wendet man auch vielfach Apparate an, welche in ihrer Einrichtung den Florentinerflaschen gleichen. Eine Vorrichtung dieser Art ist in Fig. 60 abgebildet.

Sie besteht aus einem Fasse I, in dessen oberen Boden ein bis nahe zum unteren Boden reichendes Trichterrohr und ein enges beiderseits offenes Rohr R eingesetzt ist. Unmittelbar über dem unteren Boden des Fasses ist ein Rohr

befestigt, welches bis nahe zum oberen Boden emporsteigt, dort rechtwinklig gebogen ist und über einem Trichterrohre mündet, welches in das entsprechend tiefer gestellte Faß II eingepaßt ist, das dieselbe Einrichtung besitzt, wie das Faß I und das Faß III.

Das in I sich sammelnde Gemisch aus Wasser und Terpentinöl scheidet sich in der Weise, daß das Oel emporsteigt; ist das Faß I so weit gefüllt, daß die Flüssigkeit aus dem Rohre in das Faß II überfließt, so tritt nur Wasser nebst wenig Oel nach II über und erhält man allmählich I

Fig. 60.



ganz mit Oel gefüllt, II und III füllen sich im Verlaufe der Operation ebenfalls mit Oel an. Durch Oeffnen der Hähne am Boden der Fässer kann das Oel in den Rectificationsapparat gebracht oder unmittelbar in die Transportgefäße abgelassen werden.

Das rohe Terpentinöl zeigt gewöhnlich saure Reaction, indem es kleine Mengen von Ameisensäure und Essigsäure enthält, welche man dadurch beseitigt, daß man je 100 Theile des rohen Oeles mit einem halben Theil gebrannten Kalk, der gelöscht und mit Wasser zu einer dünnen Milch angerührt wurde,

vermischt und die Flüssigkeit bis zur vollständigen Scheidung des Oeles von der wässerigen Lösung der Kalksalze stehen läßt oder sie zweckmäßiger nochmals destillirt.

Die Eigenschaften des Terpentinöles.

Wie mehrere der sogenannten ätherischen Oele besteht auch das Terpentinöl nicht aus einem Körper, sondern aus mehreren, welche zwar alle die gleiche Zusammensetzung $C_{10} H_{16}$ haben, sich aber durch ihr chemisches und physikalisches Verhalten von einander unterscheiden lassen. In den Terpentinölen, welche aus Rohharz dargestellt wurden, das von verschiedenen Nadelhölzern stammt, sind auch verschiedene Kohlenwasserstoffe enthalten und erklären sich hieraus die großen Unterschiede in den Eigenschaften der Oele. In Oelen, welche über freiem Feuer destillirt wurden, sind außerdem noch wechselnde Mengen von Zersetzungsproducten des Colophoniums enthalten und werden auch hierdurch die Eigenschaften der Oele modificirt.

Das reine Terpentinöl ist eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit von eigenthümlichem, aber nicht unangenehmem Geruche, welche gleichzeitig der Luft und dem Lichte ausgesetzt, rasch Sauerstoff absorbirt, sich verdickt, eine gelbe Farbe und zugleich den unangenehmen Geruch annimmt, welchen man gewöhnlich mit dem des reinen Oeles verwechselt. Der von dem Oele absorbirte Sauerstoff ist in Form von Ozon vorhanden und bedingt letzteres die stark bleichende Wirkung des dem Lichte und der Luft ausgesetzten Terpentinöles; bei langandauernder Berührung mit Luft geht das Terpentinöl schließlich ganz in Harz über.

Der Siedepunkt der Terpentinöle schwankt zwischen 160 und 180° C., aber die Oele verflüchtigen sich schon in Berührung mit Wasserdampf von 100° C. so stark, daß man

diese Eigenschaft zur Destillation derselben benützen kann; wie der Siedepunkt, zeigt auch das specifische Gewicht der Oele bedeutende Unterschiede und schwankt zwischen 0·850 und 0·890. Das Terpentinöl ist in Wasser unlöslich, mischt sich aber mit absolutem Alkohol, Aether, Chloroform, Benzol, anderen ätherischen Oelen und fetten Oelen in jedem Verhältnisse, und vermag selbst Schwefel, Phosphor und in völlig wasserfreiem Zustande die meisten Harze aufzulösen.

Das Verhalten des Terpentinöles gegen Alkohol ist ein sehr charakteristisches; absoluter Alkohol löst es, wie gesagt, in jedem Verhältnisse; 90percentiger Alkohol löst beiläufig ein Zehntel Terpentinöl, verdünnter Alkohol nur eine sehr kleine Menge auf. Da die Mehrzahl der ätherischen Oele schon in einem ziemlich verdünnten Alkohole leicht löslich ist, benützt man dieses Verhalten, um die Verfälschung eines solchen Oeles mit Terpentinöl nachzuweisen.

Zu den theoretisch sehr wichtigen Eigenschaften der Terpentinöle ist auch ihr Verhalten gegen das polarisirte Licht zu rechnen; manche Oele lenken die Polarisationsebene verschieden stark nach rechts, andere wieder nach links ab, und ist es bei Oelen, welche durch Dampf destillirt wurden, durch dieses Verhalten sogar möglich, die Abstammung eines Oeles von einer bestimmten Pflanze mit ziemlicher Sicherheit festzustellen; bei solchen Oelen, welche über freiem Feuer destillirt wurden, ist dies schwieriger, indem das optische Verhalten der Oele durch das Erwärmen auf höhere Temperatur und durch die beigemengten Zersetzungsproducte des Colophoniums modificirt wird.

Die Zersetzungsproducte, welche beim Ueberhitzen des Colophoniums entstehen, sind sehr mannigfaltige; ein Gemenge derselben wird zum Zwecke der Anfertigung von

Buchdruckfirnissen dargestellt und als „Harzöl" bezeichnet. Die wesentlichsten dieser Zersetzungsproducte sind die folgenden:

Retinnaphta, übereinstimmend mit Toluol, eine dünne, aromatisch riechende Flüssigkeit von der Zusammensetzung $C_7 H_8$, Siedepunkt 108° C., specifisches Gewicht 0·860.

Retinyl, übereinstimmend mit Cumol; eigenthümlich riechend, Zusammensetzung $C_9 H_{12}$, Siedepunkt 150° C., specifisches Gewicht 0·870.

Retinol, ölartige, geruchlose Flüssigkeit; Zusammensetzung $C_8 H_8$, Siedepunkt 238° C., specifisches Gewicht 0·900.

Retisteren, ein weißer krystallinischer Körper, von der Zusammensetzung $C_8 H_{16}$, welcher bei 67° C. schmilzt, bei 325° C. siedet und sich leicht in Kohlenwasserstoffen löst.

Nachdem alle Theile der Nadelhölzer ätherisches Oel enthalten, kann man auch aus dem Holze (Seite 267), aus den Nadeln und Astspitzen, sowie aus den Zapfen durch Destillation derselben mit Wasser oder Dampf Oel gewinnen, und kommen derartige Terpentinöle unter besonderen Benennungen als: Kiefernadelöl, Waldwollöl, Templinöl, Zapfenöl u. s. w. in den Handel. Während früher der europäische Markt hauptsächlich von Frankreich mit den aus der Seestrandkiefer und von Oesterreich mit den aus der Schwarzföhre gewonnenen Harzproducten versehen wurde, wird in neuerer Zeit auch aus Amerika sehr viel Terpentinöl und Colophonium, dargestellt aus Pinus Palustris, nach Europa gebracht und wird der größte Theil des sogenannten englischen Terpentinöles in England aus amerikanischem Terpentin dargestellt.

Anhang.

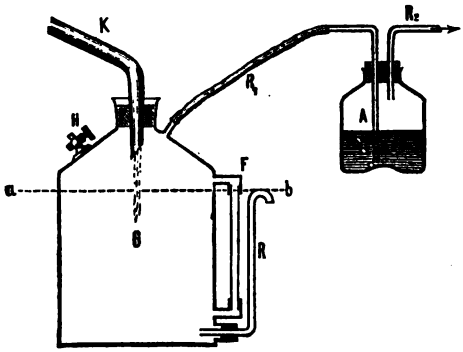
Das Harzöl und das Pinolin.

Das Harzöl ist ein Gemenge der flüssigen Producte mit höheren Siedepunkten, welche bei der trockenen Destillation des Colophoniums entstehen; Pinolin oder Camphin werden die flüchtigeren Producte genannt, welche vor dem eigentlichen Harzöle zur Verflüchtigung gelangen. In neuerer Zeit wird der größte Theil des Harzöles, welches zur Fabrikation von Buchdruckfirniß, Ruß und Schmiermitteln verwendet wird, aus dem billigen und dabei sehr reinen amerikanischen Fichtenharze dargestellt, doch ist die Darstellung dieses Productes in jeder größeren Harz-Fabrik ein lohnendes Unternehmen, indem man die unreinen Harzsorten auf diesem Wege besser verwerthen kann, als durch directen Verkauf.

Bei der Destillation des Colophoniums gewinnt man neben Harzöl und Camphin noch Essigsäure, Leuchtgas und Pech, von welchen das Gas als Heizmateriale, das Pech als Schusterpech verwendet wird, indeß man die Essigsäure in rohes Natriumacetat verwandelt, welches nach dem schon beschriebenen Verfahren weiter verarbeitet werden kann. Um die bei der Zersetzung des Harzes entstehenden flüssigen Producte ziemlich vollständig von einander trennen zu können, nimmt man die Destillation des Harzes in einer Destillirblase vor, deren Kühlschlange unten mit einer Hülse versehen ist, in der ein Aräometer schwimmt, welches genau das specifische Gewicht der Flüssigkeit anzeigt. Nachdem der Rückstand in der Destillirblase (das Pech) von zähflüssiger Beschaffenheit ist, muß die Blase unten mit einer ziemlich großen Oeffnung versehen sein, die mittelst einer Platte und Bügelschraube während der Destillation geschlossen ist, und unmittelbar nach Beendigung der letzteren geöffnet wird.

Die Destillirblase darf nur bis zu zwei Drittel ihrer Höhe mit geschmolzenem Harze gefüllt werden, da das letztere in gewissen Stadien der Zersetzung stark schäumt. Die Temperatur wird zu Beginn der Operation nur sehr langsam gesteigert und geht zuerst verdünnte Essigsäure neben leichtem Harzöl (Pinolin, Camphin) über, gleichzeitig entwickelt sich auch eine ziemlich bedeutende Menge von brennbaren Gasen, welche man unter die Feuerung der Destillirblase leiten oder, da sie sehr große Leuchtkraft besitzen, directe zu Beleuchtungszwecken verwenden kann.

Fig. 61.



Um die Destillationsproducte auf einfache Weise von einander trennen und gleichzeitig das Gas auffangen zu können, läßt sich die in Fig. 61 abgebildete Vorrichtung zweckmäßig verwenden. Das Rohr K führt die aus der am unteren Ende der Kühlschlange ablaufende Flüssigkeit in eine große Blechflasche G, welche mit einem Flüssigkeitsstandglase F und einem drehbaren Rohre R versehen ist; im oberen Theile der Flasche ist ein Hahn H angebracht und führt der Kautschukschlauch R_1 nach einem etwas Wasser enthaltenden Gefäße A, das Rohr R_2 dient zur Abfuhr der Gase.

Bei Anwendung dieser Vorrichtung können die gasförmigen Destillationsproducte durch R_1 und R_2 ungehindert entweichen, die flüssigen in G gesammelt werden; so lange das Aräometer nicht über 0·890 zeigt, läßt man die Producte in G zusammenlaufen und scheiden sie sich in eine wässerige (rohe Essigsäure) und in eine auf dieser schwimmende Flüssigkeit, leichtes Harzöl (rohes Pinolin).

Sobald sich eine Aenderung im specifischen Gewichte der Flüssigkeit und an derselben ein blauer Lichtreflex (Fluorescenz) zeigt, wird die Vorlage entleert, indem nunmehr das schwere Harzöl überzugehen anfängt. Man öffnet zu diesem Behufe den Hahn H, dreht dann das Rohr R nach unten, läßt den Inhalt von G ausfließen, stellt das Rohr R wieder in seine ursprüngliche Lage und schließt H. Sobald das specifische Gewicht des Destillates über 0·930 steigt, ist das schwere Harzöl vollständig überdestillirt und wird das Gefäß G abermals entleert, worauf man schließlich das sogenannte Thranöl oder Todöl abdestillirt und das Pech aus der Destillirblase abläßt.

Im Durchschnitte erhält man aus 100 Theilen Colophonium die nachfolgenden Mengen von Producten:

Rohen Essig	5·5	Theile
Rohes Pinolin (leichtes Harzöl) spec. Gew. von 0·890 an	10—11	„
„ blaues schweres Harzöl „ „ bis zu 0·930	60—70	„
„ schwerstes Harzöl (Thranöl) „ „ 0·940	10	„
„ schwarzes Pech	10—15	„

Das rohe Pinolin wird durch längeres Abruhen so vollständig als möglich von dem saueren Wasser getrennt, sodann am zweckmäßigsten mit einer Lösung von 1 bis $1^1/_2$ Gewichtstheil Soda (für je 100 Kilogramm Rohöl) durch mehrere Stunden andauernd gerührt, um die letzten Reste von Säure wegzunehmen und dann wieder durch Ruhen von

der wässerigen Flüssigkeit geschieden (letztere benützt man zur Neutralisation der rohen Essigsäure). Das entsäuerte leichte Oel wird dann in einer gewöhnlichen Destillirblase rectificirt und erhält man Anfangs aus 100 Theilen Rohöl beiläufig 10 Theile gelblich gefärbtes Oel (gelbes Camphin), sodann aber 60 bis 65 Theile farbloses Pinolin (früher auch als Photogen oder Rhosgen im Handel vorkommend) mit dem specifischen Gewichte von 0·820 bis 0·830.

Der nach dem Abdestilliren des Pinolines in dem Destillirgefässe verbleibende Rückstand wird gewöhnlich mit dem schwersten Destillate, welches vom Rohharze gewonnen wurde, vereinigt und zu Thranöl verarbeitet.

Das gereinigte, allenfalls noch durch Zusammenbringen mit gebranntem Gyps völlig von Wasser befreite Pinolin besteht aus wechselnden Mengen von Retinnaphta und Retinol und wurde vor Einführung des Petroleums als Leuchtmateriale vielfach zu Beleuchtungszwecken verwendet; seines bedeutenden Lösungsvermögens für Harze und seiner Flüchtigkeit wegen benützt man es jetzt häufig zur Darstellung flüchtiger Lackfirnisse.

Das schwere „braune" Harzöl bis zum specifischen Gewichte 0·930 ist der Hauptmasse nach aus Retinol bestehend und erscheint als schwach gelbgefärbte Flüssigkeit, deren besonders charakteristische Eigenschaft die als himmelblauer Schimmer an der Oberfläche auftretende Fluorescenz ist. Dieser Antheil des Gesammtdestillates findet vielfache Anwendung, und zwar zur Fabrikation von Buchdruckfirnissen und schnell trocknenden Firnissen überhaupt, zur Darstellung von Schmiermitteln für Maschinen (sogenanntes Patentfett); das „braune" Harzöl wird ferner mit Colophonium zusammengeschmolzen zum Ausspechen der Bierfässer verwendet u. s. w.

Das schwerste Harzöl ist von braungelber Farbe ohne Fluorescenz, wird, nachdem es unter Zusatz von Soda nochmals destillirt wurde, als weingelb ölartige Flüssigkeit und durch Behandeln mit Natronlauge und abermalige Destillation farblos erhalten. Man benützt dieses Harzöl als Maschinen-Schmiermittel und zur Fabrikation von Wagenschmiere, wohl auch zur Verfälschung von Fischthran — daher der Name „Thranöl".

Der Rückstand von der Destillation des Colophoniums erscheint als glänzend schwarze Masse von großer Sprödigkeit; man kann dieses Colophoniumpech entweder zur Ruß-Fabrikation benützen oder demselben durch Zusammenschmelzen mit Holztheerpech, unter Zusatz von Theeröl, größere oder geringere Geschmeidigkeit ertheilen. Eine derartige Masse, welche bei gewöhnlicher Temperatur fest, bei etwa 36° C. aber schon ganz weich und fadenziehend ist, wird als Schusterpech verwendet und enthält weniger Thranöl, als die sogenannte Pechschmiere, welcher man so viel Harzöl zusetzen muß, daß eine Masse von butterartiger Consistenz gebildet wird.

Die Dachpappe.

Bei der Schwierigkeit, die sich der Verwerthung des Theeres, welcher sich bei der trockenen Destillation des Holzes in großen Mengen ergiebt, entgegenstellt, erscheint es von Wichtigkeit, hier noch auf eine Möglichkeit hinzuweisen, den Theer in etwas einträglicherer Weise zu verwerthen, als dies nach den früher geschilderten Verfahren der Fall ist.

In neuerer Zeit wird zur Bedachung von leichten Gebäuden, Schoppen u. s. w. häufig ein Materiale angewendet, welches unter dem Namen „Dachpappe" bekannt ist und auf die Weise dargestellt wird, daß man Steinkohlentheer

erhitzt, um das in ihm enthaltene Benzin zu gewinnen und durch den in der Hitze ziemlich dünnflüssigen Theer starkes endloses Papier (Pappe) zieht. Durch Pressen zwischen Walzen wird der Ueberschuß des Theeres beseitigt und bestreut man die noch warmen Pappetafeln mit Sand, welcher, nachdem die Pappe einige Zeit hindurch der Luft ausgesetzt war, sehr fest haftet.

Des billigen Preises und der Leichtigkeit wegen, mit welcher sich die so behandelte Pappe zur raschen Herstellung von Bedachungen verwenden läßt, wird dieselbe in immer steigernden Mengen für Bauzwecke, namentlich für landwirthschaftliche Bauten benützt.

Der Holztheer läßt sich nun ganz in derselben Weise zur Darstellung von Dachpappe verwenden wie der Steinkohlentheer, und ist die Einführung dieses Fabrikationszweiges ganz besonders an solchen Orten zu empfehlen, wo neben der trockenen Destillation des Holzes auch die Fabrikation von Holzstoff, respective von Holzpappe, betrieben wird, indem hierdurch ein sehr wenig Werth habendes Nebenproduct — der Theer — mit einem Rohfabrikate (Holzpappe) vereinigt, eine leicht verkäufliche Waare — Dachpappe — bildet.

Nach besonderen Versuchen, welche wir über die specielle Verwendung von Holztheer zur Fabrikation von Dachpappe angestellt haben, erscheint es zweckmäßig, den Gang der Arbeit in folgender Weise einzurichten:

Der Holztheer, welcher sich bei einer Reihe von Destillationen des Holzes ergiebt, wird in Bottichen gesammelt, deren Höhe etwa doppelt so groß ist als ihr Durchmesser, und läßt man den Theer in diesen Bottichen mindestens mehrere Wochen lang ruhig stehen. Er scheidet sich dann nach den specifischen Gewichten seiner Bestandtheile in mehrere

Schichten, von welchen ganz besonders drei deutlich wahrnehmbar sind: die oberste aus rohem Holzessig bestehend, die mittlere, welche aus ziemlich dünnflüssigem Theer besteht und die unterste, die eine dicke griesige Masse bildet, welche sehr zähflüssig ist.

Diese zu unterst liegende Theerschichte ist nun jene, welche zur Darstellung der Dachpappe am geeignetsten erscheint, und wird vorsichtig von den anderen Schichten getrennt. Sie enthält neben kleineren Mengen leichtflüchtiger Theerproducte vorzüglich Paraffine und andere krystallinische Kohlenwasserstoffe; dieselben scheiden sich zum Theile in Form kleiner Krystalle aus und wird hierdurch die griesige oder sandige Beschaffenheit des Theeres bedingt.

Durch Erwärmen auf 60 bis 70° C. nimmt aber dieser bei gewöhnlicher Temperatur zähflüssige Theer schon einen bedeutenden Grad von Dünnflüssigkeit an, indem die krystallinischen Kohlenwasserstoffe, die sich in ihm vorfinden, schon bei dieser Temperatur sämmtlich geschmolzen sind. Man nimmt das Erwärmen des Theeres in flachen eisernen Pfannen vor und steigert die Temperatur desselben auf etwa 150° C., und zwar zu dem Zwecke, um die flüchtigeren Theerproducte größtentheils zu verjagen und so eine Masse zu gewinnen, welche nicht durch ihren der Dachpappe lange Zeit anhaltenden Theergeruch unangenehm wirkt.

Die Anfertigung der Dachpappe kann nun auf sehr einfache Weise dadurch geschehen, daß man eine Rolle der Holzpappe flach ausbreitet und mittelst eines breiten Pinsels mit dem heißen Theere bestreicht; da die Pappe infolge ihrer Porosität den Theer sehr stark einsaugt, so muß der Pinsel immer sehr voll genommen oder der Anstrich wiederholt werden. Unmittelbar nachdem eine Pappetafel bestrichen ist, wird sie mittelst eines englöcherigen Siebes mit feinem Sand

bestreut und bleibt dann mindestens einige Stunden lang ruhig liegen, worauf der überschüssige Sand abgeschüttelt wird und die Pappetafeln bis zur Versendung in ungerolltem Zustande aufbewahrt werden. Soll die Pappe ganz von Theer durchdrungen werden, so streicht man sie auf einer Seite blos mit heißem Theer an, wendet sie dann um, bestreicht sie auf der anderen Seite mit Theer und bestreut sie mit Sand.

Durch eine einfache mechanische Vorrichtung läßt sich die Anfertigung der Dachpappe sehr vereinfachen: Man giebt der Pfanne, in welcher der Theer erhitzt werden soll, eine Breite, welche etwas größer ist als die Breite der Pappe und eine etwa zwei Meter betragende Länge. Die Pappetafel wird langsam durch den in der Pfanne befindlichen Theer gezogen, und zwar in der Weise, daß ein Querschnitt zeigt, die ganze Tafel sei von Theer durchtränkt.

An der Stelle, an welcher die Pappetafel aus dem Theerbade hervortritt, muß sie zwischen zwei Walzen durchlaufen, welche einen ziemlich starken Druck ausüben und so gestellt sind, daß der von der Pappe abgepreßte Theerüberschuß wieder in die Pfanne zurückfließt. Unmittelbar nachdem die Pappeplatte diese Walzen verlassen hat, kann sie unter einem Rüttelsiebe weggezogen werden, aus welchem ein gleichförmiger Sandregen auf sie fällt — allenfalls kann der auf der Pappe liegende Sand noch durch eine schwere Walze fest in die Pappe gedrückt werden.

Man hat den Dachpappen den Vorwurf großer Feuergefährlichkeit gemacht, indem man sich vorstellte, daß ein mit Theer imprägnirter, selbst brennbarer Körper außerordentlich leicht entzündlich sei. In Wirklichkeit ist die Feuergefährlichkeit der Dachpappe kaum so groß als jene des Holzes, und

dieſe Eigenſchaft zur Deſtillation derſelben benützen kann; wie der Siedepunkt, zeigt auch das ſpecifiſche Gewicht der Oele bedeutende Unterſchiede und ſchwankt zwiſchen 0·850 und 0·890. Das Terpentinöl iſt in Waſſer unlöslich, miſcht ſich aber mit abſolutem Alkohol, Aether, Chloroform, Benzol, anderen ätheriſchen Oelen und fetten Oelen in jedem Verhältniſſe, und vermag ſelbſt Schwefel, Phosphor und in völlig waſſerfreiem Zuſtande die meiſten Harze aufzulöſen.

Das Verhalten des Terpentinöles gegen Alkohol iſt ein ſehr charakteriſtiſches; abſoluter Alkohol löſt es, wie geſagt, in jedem Verhältniſſe; 90percentiger Alkohol löſt beiläufig ein Zehntel Terpentinöl, verdünnter Alkohol nur eine ſehr kleine Menge auf. Da die Mehrzahl der ätheriſchen Oele ſchon in einem ziemlich verdünnten Alkohole leicht löslich iſt, benützt man dieſes Verhalten, um die Verfälſchung eines ſolchen Oeles mit Terpentinöl nachzuweiſen.

Zu den theoretiſch ſehr wichtigen Eigenſchaften der Terpentinöle iſt auch ihr Verhalten gegen das polariſirte Licht zu rechnen; manche Oele lenken die Polariſationsebene verſchieden ſtark nach rechts, andere wieder nach links ab, und iſt es bei Oelen, welche durch Dampf deſtillirt wurden, durch dieſes Verhalten ſogar möglich, die Abſtammung eines Oeles von einer beſtimmten Pflanze mit ziemlicher Sicherheit feſtzuſtellen; bei ſolchen Oelen, welche über freiem Feuer deſtillirt wurden, iſt dies ſchwieriger, indem das optiſche Verhalten der Oele durch das Erwärmen auf höhere Temperatur und durch die beigemengten Zerſetzungsproducte des Colophoniums modificirt wird.

Die Zerſetzungsproducte, welche beim Ueberhitzen des Colophoniums entſtehen, ſind ſehr mannigfaltige; ein Gemenge derſelben wird zum Zwecke der Anfertigung von

Buchdruckfirnissen dargestellt und als „Harzöl" bezeichnet. Die wesentlichsten dieser Zersetzungsproducte sind die folgenden:

Retinnaphta, übereinstimmend mit Toluol, eine dünne, aromatisch riechende Flüssigkeit von der Zusammensetzung $C_7 H_8$, Siedepunkt 108° C., specifisches Gewicht 0·860.

Retinyl, übereinstimmend mit Cumol; eigenthümlich riechend, Zusammensetzung $C_9 H_{12}$, Siedepunkt 150° C., specifisches Gewicht 0·870.

Retinol, ölartige, geruchlose Flüssigkeit; Zusammensetzung $C_8 H_8$, Siedepunkt 238° C., specifisches Gewicht 0·900.

Retisteren, ein weißer krystallinischer Körper, von der Zusammensetzung $C_8 H_{16}$, welcher bei 67° C. schmilzt, bei 325° C. siedet und sich leicht in Kohlenwasserstoffen löst.

Nachdem alle Theile der Nadelhölzer ätherisches Oel enthalten, kann man auch aus dem Holze (Seite 267), aus den Nadeln und Astspitzen, sowie aus den Zapfen durch Destillation derselben mit Wasser oder Dampf Oel gewinnen, und kommen derartige Terpentinöle unter besonderen Benennungen als: Kiefernadelöl, Waldwollöl, Templinöl, Zapfenöl u. s. w. in den Handel. Während früher der europäische Markt hauptsächlich von Frankreich mit den aus der Seestrandkiefer und von Oesterreich mit den aus der Schwarzföhre gewonnenen Harzproducten versehen wurde, wird in neuerer Zeit auch aus Amerika sehr viel Terpentinöl und Colophonium, dargestellt aus Pinus Palustris, nach Europa gebracht und wird der größte Theil des sogenannten englischen Terpentinöles in England aus amerikanischem Terpentin dargestellt.

Seite

Die Darstellung von Kohle, Holzessig und Theer in geschlossenen Gefäßen 110
Die gedeckten Meiler 117
Die Verkohlungsgruben 122
Die Meileröfen 124
Reichenbach's Ofen 124. — Die schwedischen Meileröfen 126. — Hahnemann's Ofen 129. — Scheffer's Ofen 130. — Der Schwarz'sche Ofen 131. — Der Meiler von Dromart 134.
Die Retorten 138
Der Hessel'sche Thermokessel 138
Die Gefäßöfen 140
Der Kestner'sche Destillir-Apparat 142
Die liegenden Retorten 143
Die stehenden Retorten 148
Die Destillation des Holzes mit überhitztem Dampfe . . . 155
Der Destillirapparat für Holzabfälle 158
Die transportablen Destillirapparate 160
Die Kühlapparate 162
Die Gegenstrom-Röhrenkühler 164. — Die Kastenkühler 167. — Die Luftkühlung 170.
Die Behälter für die Destillationsproducte 171
Die Verwendung der Gase 172
Die Ausführung der trockenen Destillation des Holzes . . . 174
Die Ausbeute an Producten der trockenen Destillation . . . 180
Die Verwendung des Holzessigs und des Theeres 183

Das Schweelen der Nadelhölzer 184
Die Darstellung von Leuchtgas aus Holz 186
Das Rußbrennen oder Rußschweelen 191
Die Rußhütten 192
Die Rußkammern 194

Die Verarbeitung des Holzessigs 198
Der destillirte Holzessig 201
Die Gewinnung reiner Essigsäure aus dem Holzessige . . . 206
Die Darstellung von Calciumacetat oder essigsaurem Kalk . . 207
Die Darstellung von Natriumacetat oder essigsaurem Natron . 210
Die Darstellung von Essigsäure aus den Acetaten 217
Darstellung von Essigsäure für technische Zwecke 217
Darstellung von reiner Essigsäure 219
Die Darstellung von Eisessig 222

Die Darstellung von reinem Holzgeist oder Methylalkohol und die Verarbeitung des Holztheers 225
A. Darstellung von Holzgeist 225
B. Die Verarbeitung des Holztheeres 228
Darstellung von Kreosot und Theerölen 228
Darstellung von Terpentinöl aus Theer 233

Seite

Die Fabrikation von Oxalsäure aus Holz 234
Die Fabrikation von Spiritus (Aethylalkohol) aus Holz . 244
Die Fabrikation von Cellulose aus Holz 251
Der Holzstoff 251
Die Darstellung von Cellulose mittelst Säuren 254
Die Darstellung von Cellulose mittelst Aetznatron 256
Die Darstellung der Natronlauge 259
Die Wiedergewinnung der Soda 261
Die Apparate zur Behandlung des Holzes mit Natronlauge 263
Das Waschen der Cellulose 268
Anhang: Darstellung spinnbarer Fasern aus Holz 271
Die Verwerthung der Baumrinden auf chemischem Wege . 273
Die Baumrinden und ihre Beschaffenheit 275
Die Eichenrinden 276
Das Dämpfen der Lohrinde 279
Die Zerkleinerung der Lohrinde 280
Der Lohschneider 280. — Die Glockenmühlen 282.
Andere Baumrinden 284
Die Gerbstoffgehalte verschiedener Baumrinden 285
Die Darstellung von Gerbstoffextracten 288
Das Verfahren zur Darstellung von concentrirten Lohbrühen, Gerbstoffextracten und Farbstoffextracten nach Kohlrausch . 293
Anhang: Die Verwerthung der Birkenrinde 298
Die Gewinnung von Harz und ätherischen Oelen aus Hölzern 303
Die Beschaffenheit der Terpentine 303
Die Verarbeitung der Terpentine 308
Darstellung der Harze und der Terpentinöle durch Destillation der Rohharze 309
Die Destillation des Rohharzes mittelst Dampf 312
Die Eigenschaften des Terpentinöles 317
Anhang: Das Harzöl und das Pinolin 320
Die Dachpappe 324

Alphabetisches Sachregister.

	Seite
Abietin	307
Abietinsäure	307
Acetaldehyd	87
Aceton	76, 86
Acetilen	97
Aetherisches Oel, Gewinnung von	300
Aethylalkohol aus Holz	244
Aethylen	67, 70
Acidum aceticum glaciale	82
Acidum pyrolignosum	110
Aldehyd	76, 87
Allylalkohol	77
Ameisenäther	216
Ameisensäure	75
Ammoniak	77
Amyloid	16
Anilin	91
Aschenbestandtheile	22
Ausbeute an Destillations-Producten	180
Ausbeute an Kohle	62
Balsame	302
Balsamgänge	302
Barras	304
Behälter für die Destillations-Producte	171
Benzidol	79, 92
Benzol	67, 78, 90
Baumrinden, Beschaffenheit d.	275
Baumrinden, Verwerthung d.	273
Birkenrinde	298
Birkentheer	299
Birkentheeröl	299
Brenzkatechin	94
Butteräther	216
Buttersäure	75
Butylen	67

	Seit
Calciumacetat	207
Calorie	37
Capronäther	216
Capronsäure	75
Carbolsäure	94
Camphin	323
Cedriret	79
Cellulose	15
Cellulose, Fabrikation der	251
Cellulose-Fabrikation mittelst Aetznatron	256
Cellulose-Fabrikation mittelst Säuren	254
Cellulose, Waschen der	268
Chrysen	95
Citriol	79, 92
Citronenöl	83
Codöl	322
Collodium	17
Colopholsäure	307
Colophonium	311
„ Destilliren des	312
Colophoniumpech	324
Coridol	93
Cumol	67, 78, 90
Cymol	90
Dachpappe	324
Darren des Holzes	26
Destillation, trockene	65
„ des Holzes, Ausführung der	174
Destillations-Producte, flüssige	74
„ „ gasförmige	66
Destillation mit überhitztem Dampf	155
Destillations-Apparat für Holzabfälle	158

	Seite
Destillir-Apparat für Holzgeist	226
„ „ transportable	160
Dextrin	16
Dimethylacetat	87
Eichenlohextract	297
Eichenrinde	276, 286
Eisessig	82
Eisessig, Darstellung von	222
Essigsäure für techn. Zwecke	217
Essigäther	216
Essig-Essenz	219
Essigsäure	75, 82
Essigsäure reine, Darstell. v.	219
Essigsäure, spec. Gew. der	84
Essigsäure, Darstellung aus Acetateten	217
Essigsäurehydrat	82
Essigsäure-Methyläther	76
Essigsaures Natron, Darstellung von	210
Extractions-Verfahren von Kohlrausch	293
Extractions-Apparat für Lohe	294
Farcot's Lohschneider	281
Fettholz	58
Fichtenharz, gelbes	310
Fichtenlohe-Extract	297
Fichtenrinden	286
Filtrir-Apparat für Harz	313
Florentiner-Flasche	315
Flößen des Holzes	34
Furfurol	77
Gallipot	304
Gase, Verwendung der	172
Gefäßöfen	140
Gegenstrom-Röhrenkühler	164
Gerbstoffgehalt von Baumrinden	285
Gerbstoff-Extract	288, 293, 297
Gewicht, specifisches	31, 54
Gewicht eines Raummeters Holz	29
Glockenmühle	282
„ von Weldon	283
„ „ Pintus	283
Guajakol	94
Hahnemann's Ofen	129
Harz, Gewinnung von	300
Harz, weißes	310
Harzbeulen	302
Harzgewinnung in Oesterreich	300
Harzöl	320
Harzöl, leichtes	322
Harzöl, blaues	322
Harzseifen	307
Hessel's Thermokessel	138
Heizwerth	39
Holzabfälle	158
Holzessig	74
„ destillirter	201
„ Verarbeitung des	198
Holzgase, Mengen der	72
Holzfaser	13
Holzgeist	76, 89
„ Darstellung von	225
Holzkohle, Eigenschaften der	51
Holzsäure	110
Holzschwamm	37
Holzstoff	251
Holzsubstanz	14, 18
„ Zusammensetzung. d.	18, 27
Holztheer, Verarbeitung der	228
Homoguajakol	94
Humuskörper	36
Hydro-Cellulose	17
Iridol	79, 92
Kalk, essigsaurer	207
Kapnomar	79
Kastenkühler	167
Kestner's Destillir-Apparat	142
Ketone	89
Kiefernadelöl	319
Kienöl	309
Kochapparate	263
Kohle	4, 43
Kohlebrennen	96
Kohlenoxyd	67
Kohlensäure	67
Kohlrausch's Extractions-Verfahren	293
Kreosol	94
Kreosot	79, 93

	Seite
Kreosot, Darstellung des	228
Kresylphenol	80, 94
Krystallisir-Gefäße	212
Kühlapparate	162
Kühlrohr-Verbindung	166
Larix decidua	301
Leuchtgas aus Holz	186
Lignin	14
Lohbrühen	293
Lohrinde, Dämpfen	279
Lohschneider	281
Löslichkeits-Verhältnisse des Natriumacetates	216
Luftkühlung	171
Lyproxyl	58
Maître's Dämpfverfahren	280
Meiler	96
„ liegende	97
„ von Dromart	134
„ „ Foucaud	118
„ gedeckte	117
„ -Oefen	124
„ -Ofen, schwedischer	126
Metaceton	76
Methylalkohol	76, 89
Methylamin	72
Methylaminacetat	77
Methyloxydhydrat	89
Mesit	79
Modrigwerden	35
Mutterlaugen, Verarbeit. d.	216
Nadelhölzer, Schweelen der	184
Naphtalin	67, 71, 78
Natriumacetat, Darstellung v.	210
„ Löslichkeit des	216
Natronlauge, Darstellung des	259
Nitrobenzol	91
Nitrocellulose	17
Osmose	290
Oxalsäure, Darstellung der aus Holz	234
Oxyphensäure	94
Paraffine	79
Patentfett	323
Pech, burgundisches	310
„ schwarzes	322
Pechöl	309
Pechschmiere	324
Pegliers	108
Pikamar	79
Pimaron	307
Pimarsäure	307
Pininsäure	306
Pinolin	322
Pinus austriaca, Harz von	300
Pinus palustris	304
Pittakall	79
Phenyl	91
Phenylamin	91
Phenylwasserstoff	91
Phensäure	80, 94
Phlorylsäure	80, 94
Phosgen	323
Photogen	323
Potasche	4
Propionäther	216
Propionsäure	75
Propylen	67, 71
Pulverkohle	56
Pyromarsäure	307
Pyroxanthogen	79
Pyroxylin	17
Quandel	101
Raummeter	29
Reichenbach's Ofen	124
Retin	79
Retinol	319
Retinyl	319
Retinnaphta	319
Retisteren	319
Retorten	138
„ aus Eisen	144
„ „ Thon	143
„ liegende	145
„ stehende	148
Rohharz, Destillation des	312
Rosanilin	91
Rothholz	58
Röstholz	58
Rußbrennen	191

	Seite
ten	192
ımern	194
	79, 92
s Holzes	19
arz	304
's Ofen	130
aumwolle	17
ıgefäße	214
ı's Ofen	131
len von Ruß	191
meiler	106
löfen	108
den des Holzes	26
eitsventil	168
äure	306
aser aus Holz	271
ıs aus Holz	244
mfilter	213
Wiedergewinnung der	261
hlentheer	91
hlen-Kreosot	98
werden	35
ng, incrustirende	14
gas	67
inöl	319
tine, Beschaffenheit der	303
feine	303
gemeine	303
tin, deutscher	303
französischer	304
amerikanischer	304
venetianischer	305
Straßburger	305
canadischer	305
von Cypern	305
englischer	319
ıtine, Verarbeitung der	308
ıtin gekochter	309
ntinöl, Darstellung des	
Holz	267
Terpentinöl, polnisches	309
„ Darstellung aus Theer	223
Terpentinöl, Eigenschaften des	117
Theer	77
„ weißer	308
„ schwarzer	308
Theeröl	186
Theeröle, Darstellung der	228
Theerschweelen	19
Theer-Schweelapparat	140
Theerbehälter	172
Thermokessel	138
Thranöl	322
Toluol	67, 78, 90
Tolylamin	91
Vacuumpfannen	297
Valerianäther	216
Valeriansäure	75
Verfahren von Braconnot	246
„ „ Rothe	205
„ „ Terreil	204
„ „ Zetterlund	247
Verkohlungsgruben	122
Verwendung von Holzessig und Theer	183
Violette's Untersuchungen	48
Volumverminderung	55
Waldweihrauch	304
Waldwollöl	319
Wärmeeffect	37
Wärmeeinheit	37
Waschen der Cellulose	268
Wasserstoff	67
Wassergehalt des Holzes	24
Xylit	79
Xymol	67, 78, 90
Zapfenöl	319
Zusammensetzung des Holzes	13, 17.